

استزراع الأراضى الملحية  
والزراعة بماء البحر

**بطاقة فهرسة**  
**فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية**  
**إدارة الشؤون الفنية**

منصور ؛ صبحي فهمي  
استزراع الأراضي الملحية والزراعة بماء البحر / د. صبحي فهمي منصور  
- ط 1- القاهرة: دار النشر للجامعات، 2017.  
360 ص؛ 24 سم.  
تدمك: 978 977 316 546 8  
1- إصلاح الأراضي - زراعة  
2- مياه البحر - إزالة ملوحة  
أ- العنوان  
631.6

\* تاريخ الإصدار: 1438هـ - 2017م

\* الناشر: دار النشر للجامعات - مصر

\* حقوق الطبع: محفوظة

\* رقم الإيداع: 2017/26396م

\* الترخيم الدولي: ISBN: 978 - 977 - 316 - 546 - 8

\* الكود: 2 /462

\* تحذير: لا يجوز نسخ أو استعمال أي جزء من هذا الكتاب بأي شكل من الأشكال أو بأية وسيلة من الوسائل (المعروفة منها حتى الآن أو ما يستجد مستقبلاً) سواء بالتصوير أو بالتسجيل على أشرطة أو أقراص أو حفظ المعلومات واسترجاعها دون إذن كتابي من الناشر أو المؤلف.



**دار النشر للجامعات**

ص.ب (130 محمد فريد) القاهرة 11518  
E-mail: darannshr@hotmail.com

# استزراع الأراضى الملحية والزراعة بماء البحر

أ. د. صبحى فهمى منصور

أستاذ الأراضى بمعهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة

مركز البحوث الزراعية

## إهداء

إن مصر هى مهد الزراعة فى العالم - طبقًا للثوابت المعروفة فى التاريخ - ولم يتم الإشارة إلى أى موقع جغرافى آخر كبداية لتاريخ النشاط الزراعى فى ظل جميع الحضارات القديمة إلا فى مصر، وذلك بدأ من العصور التى عرفت بحقبة ما قبل التاريخ، التى عاش فيها الإنسان فى مرحلة البدائية، كما عرفت مصر بأنها سلة غذاء العالم فى العصر الرومانى، وخزائن الأرض، كما وصفها الخالق على لسان سيدنا يوسف بقوله: ﴿أَجْعَلْنِي عَلَى خَزَائِنِ الْأَرْضِ إِنِّي حَفِيظٌ عَلَيْكُمْ﴾ (٥٥) [يوسف]؛ لما حباها الخالق من موقع ومناخ قلما تجد مثيله فى العالم؛ لذا يجب علينا أن ننتبه إلى كل هذه المزايا التى حباها الله بها دون دول العالم، وأن نستثمر هذه المزايا أفضل استثمار ... لذا أهدى كتابى هذا ..

إلى أولئك الباحثين عن توفير .. قطرة الماء العذب إلى شعوبهم ..

إلى أولئك الباحثين عن توفير .. الأمن الغذائى لشعوبهم ..

إلى أولئك الباحثين عن توفير .. الصحة لشعوبهم ..

إلى أولئك الباحثين عن توفير .. غد أفضل لشعوبهم ..

إلى أولئك الباحثين عن توفير .. أفكار خارج الصندوق ..

أهدى كتابى هذا إلى كل هؤلاء، وإلى كل من ينتمى إلى تراب هذا الوطن، ويجاهد لرفع شأنه عاليًا ..

وأخيرًا أهدى إليهم قول الشاعر:

لغرس بين ترابها وجدانى

لو لم تكن مصر العريقة موطنى

أ.د. صبحى فهمى منصور



## استزراع الأراضي الملحية والزراعة بماء البحر

(كلما ازداد عدد سكان العالم، وغدا مخزون المياه العذبة أعزّ طلباً، تطلع الباحثون إلى مياه البحار؛ لرى بعض المحاصيل المنتقة)

تحتل قضية الأمن الغذائي باهتمام متزايد من الدول، في ظل النمو السكاني المتسارع؛ مما يدفعها للبحث - بشكل متواصل - عن مصادر غذائية جديدة، تحقق الاكتفاء الذاتي، ولا سيما في أوقات الأزمات، وقد ذكرت بعض التقارير العلمية أن عدد الجوعى في العالم الآن يصل إلى 840 مليون شخص، كما ذكر التقرير أنّ استنزاف الكثير من الموارد المائية المتوفرة للزراعة، واستهلاك الأراضي الزراعية التي زادت نسبة ملوحتها، وقلت إنتاجيتها.. كل ذلك زاد من نسبة وعدد الجوعى في العالم، وأثّه من المتوقع أن تصل نسبتهم بحلول عام 2015 إلى 37,5% من سكان الأرض.

وتشير الإحصاءات بأن معظم الذين يعانون من سوء التغذية يعيشون في المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

ويوصى التقرير بضرورة استخدام المياه المالحة والأراضي المتأثرة بالملوحة، وأهمية تطوير تقنية الري بالمياه المالحة، أو ما يُسمّى بزراعة البحر. وقد أدركت معظم الدول العربية أهمية الاستفادة من كل الموارد المائية المالحة؛ حيث تم إنشاء مركز الزراعة الملحية بدولة الإمارات العربية المتحدة، وقام الباحثون العرب بإجراء تجارب مكثفة، أثبتوا فيها إمكانية الحصول على إنتاجية مناسبة باستخدام مياه تصل ملوحتها إلى 10 ديسيمس/م. بل إن المملكة العربية السعودية قد نجحت في إنتاج نباتات الساليكورنيا *Salicornia* المروية بماء البحر، بمنطقة الزور بشمال الجبيل. ونحن هنا في مصر - وبرغم ما نعانیه من فجوة في محاصيل الحبوب (القمح - الذرة)، والمحاصيل الزيتية، بالإضافة إلى الأشجار الخشبية، لم تفكر وزارة الزراعة - وهي الجهة المنوطة بذلك - في مخاطبة منظمة الأغذية والزراعة في استغلال بعض المحاصيل ذات الإنتاجية العالية، والمنخفضة في استهلاكها المائي والمتحملة للإجهاد الملحي والمائي، بالإضافة إلى مقاومتها للتغيرات المناخية، والتي أضرت كثيراً بالمحاصيل

التقليدية؛ ليجرى عليها بعض الأبحاث؛ للتأكد من توافقها مع البيئة المصرية، أو إجراء أقلمة لها؛ لتناسب البيئة التي سوف تزرع بها؛ وذلك بهدف تحقيق ما يلي:

- الأمن الغذائي، مع سد الفجوة بين الإنتاج وزيادة السكان.

- الأمن المائي، وتقليل الضغط على المياه العذبة المحدودة الكمية والمتناقصة بمرور الزمن.

وعلى سبيل المثال، البحث عن تلك المحاصيل التي تروى بماء البحر، وفي الوقت نفسه تكون ذات إنتاجية عالية ومنفعة للإنسان أو الحيوان أو كليهما. ويقع تحت هذا البند الكثير من المحاصيل، نذكر منها على سبيل المثال:

الكيinoa - الدخن اللؤلؤى - الخروع - الخردل - الهوهوبا - الساليكورينا - القرم (المانجروف).

- والسؤال الذي يطرح نفسه لماذا لا نأخذ على عاتقنا إنشاء مركز للزراعة الملحية على أكبر قدر من الكفاءة، مستفيدين من الإنجازات التي تمت في هذا المجال في مختلف دول العالم؟

- نقول هذا لأننا نملك سواحل تمتد على مسافة تفوق (2000) كيلو متر على كل من ساحل البحر الأحمر والمتوسط، ووجود سهول ساحلية، يمكن استغلالها وزراعتها بالمحاصيل الزراعية، والأعلاف المروية من البحر؛ حتى نضمن الحد الأدنى من الأمن الغذائي في البداية؛ ومن ثم التوسع في هذا المجال، بالإضافة إلى أن ذلك التوجه سوف يقلل الضغط على استخدام المياه الجوفية في الزراعة، ناهيك عن أن ذلك سوف يفتح فرص عمل جديدة، لكل من لديه الاستطاعة والرغبة في العمل في هذا المجال، خصوصا إذا توفرت له الأرض والقرض والخبرة والتشجيع.

- ولعل كلاً من الدولة - ممثلة في وزارة الزراعة - والشركات الزراعية، وشركات الإنتاج الحيواني، والمستثمرين في المجال الزراعي والثروة الحيوانية، في مقدمة المندوبين إلى تحمل تلك المسؤولية الوطنية المهمة.

- ولا شك أن هذا التوجه لو اتبع ونجح فسوف يغني عن استيراد كثير من المنتجات الزراعية والأعلاف، والزراعة في الخارج، ويوفر غطاء نباتياً، يحسن من مستوى البيئة، ويقلل من التصحر، وقبل ذلك وبعده، يوفر بلايين الدولارات التي تنفق على استيراد المواد الغذائية بشقيها

الحيوانى والنباتى، ناهيك عن أنه سوف يوطن إنتاج كثير من المحاصيل الزراعية والثروة الحيوانية بالإضافة إلى توفير المياه العذبة عن طريق:

- استخدام مياه البحر فى زراعة المحاصيل.

- زراعة المحاصيل المتحملة للماء المالح.

- المزارع المائية (الهيدروبونيك).

قد تكون البداية للسير نحو هدف ما صعبة، أو قد نختلف فى طرق الوصول، ولكن الأكيد أننا فى النهاية، قد نصل إلى النتيجة نفسها من النجاح، لو أخلصنا النية إلى الله، وأردنا نحن ذلك.

وتاريخ هذا الشعب قد علمنا أنه عندما يملك مقدراته واستقلاله، فإنه يبدع ويعمر؛ فقد تمكن هذا الشعب من تغيير مجرى النيل، ومن إنشاء أعقد شبكة رى عرفها العالم، وأقام أول حضارة عرفها المجتمع البشرى، وأطولها على مدى التاريخ .. ورأيناه عندما جاءته المسيحية أسس كنيسته القبطية التى أهدت للعالم أول قانون كنسى، ونظام الرهينة .. بالإضافة إلى إنشاء الأزهر كجامعة إنسانية، استمرت لما يزيد عن ألف عام، لم تنازعها فيه أى مؤسسة فى العالم.

عندما قام الشعب بثورته فى 25 يناير، نظف الميادين خلفه؛ مما علم العالم درسًا جديدًا. ومن هذا المنطلق يملؤنا الأمل فى تنفيذ الشعب لهذه الأفكار أو المشاريع.

ويشمل هذا الكتاب بعض الأفكار أو المشاريع - كما يحلو للبعض أن يسميها - التى قد تجد صدى لدى صاحب القرار، منها مشروع توصيل نهر الكونغو بنهر النيل، وكيفية الاستفادة منه، بتوصيله إلى منخفض القطارة، وتنفيذ مشروع ممر التنمية، بالإضافة إلى كيفية تكييف أنفسنا لمواجهة ظاهرة التغير المناخى، وكيفية استغلال مياه البحر فى الزراعة .. وفى النهاية لا يسعنى إلا أن أقول إننى بهذا العمل لا أطلع إلا لمرضاة الله، وخدمة بلادى، وأجياها التى لم تولد بعد، وأردت أن أنشر هذه الفكرة؛ لأمانة التبليغ؛ حتى يوضع هذا الحلم يومًا ما على مائدة صاحب القرار.

وإني إذ أقدم هذا الكتاب أرجو أن أكون قد وفقت في تحقيق الهدف المرجو منه، وهو أن يجد القارئ بين سطوره متعة القراءة، وسعة الأفق العلمية، بما يعود عليه بالخير والرضا، وفي النهاية أؤمن بالحكمه التي تقول:

(لا تجعل الفكرة تقف عندك .. اجعلها كلمة سائرة؛ عسى الله أن يصلح بها وطنًا).

والله أدعوا أن يوفقنا فيما نهدف إليه من خير مصر وأهلها

المؤلف

أ. د. صبحي فهمي منصور

## الفصل الأول

### مصادر المياه على الأرض



#### مصادر المياه:

يجب أن ينظر إلى الماء كمورد طبيعي، يتوزع في أرجاء الأرض قلة أو كثرة، عذبًا أو ملحًا، جاريًا أو راكدًا. فما هي مصادر المياه على الأرض؟، وما هي أنماط توزيعه؟

#### أشكال المياه على الأرض:

يوجد الماء على الأرض في أشكال كثيرة؛ تبعًا للمكان الذي يوجد فيه.

#### مياه المحيطات:

تشغل مياه البحار والمحيطات قرابة 71% من مساحة سطح الأرض. وتشكل 97,6% من مجموع مياه الأرض. معدل ملوحة مياه البحار والمحيطات 3,5‰، أي 35 جم في اللتر.. غير أن وجود المضائق بين البحار والمحيطات لا يسمح بأن تكون مياهها متساوية الملوحة تمامًا. زد على ذلك أن المناطق المدارية كثيرة الأمطار والأنهار تقلل من ملوحة المناطق البحرية المحاذية لها، ثم أن درجة حرارة مياه المحيطات في أقصى شمال الأرض وجنوبها تكون باردة جدًا؛ ومن ثم

كثيفة؛ مما يؤدي إلى أن تغوص إلى الأسفل تحت المياه المدارية والاستوائية. ينشأ عن ذلك كتلة مائية مؤكسدة متحركة في قيعان المحيطات تحت المياه الدافئة؛ مما يؤمن الأكسجين للكائنات البحرية التي تعيش في أعماق المحيطات.

وفي بعض المناطق المحيطية تتشكل التيارات الصاعدة Upwelling Currents بفعل الرياح، فترتفع إلى سطح المحيط المياه الباردة، الحاملة للغذاء الوفير من الفوسفور والسيليكون - وغيرها - الضرورية للعوالق البحرية النباتية. وبالإضافة للنظم البيئية البحرية التي درسناها سابقاً، تلعب مياه المحيطات دوراً مهماً في ضبط مناخ الأرض، وفي كمية المياه المتبخرة من سطحها، التي تغذي مياه اليابسة السطحية والجوفية. وعلى الرغم من أن مياه البحار والمحيطات لا تصلح للشرب ونشاطات الإنسان الصناعية والزراعية، إلا أن المستقبل القريب سيجبر كثيراً من الشعوب على تحلية هذه المياه؛ بسبب شح المياه العذبة فيها.

### الجليديات: GLACIERS

نعني بالجليديات المياه المتجمدة في المناطق القطبية وعلى قمم الجبال العالية. توجد معظم هذه الجليديات في القارة المتجمدة الجنوبية؛ حيث تكون 85% من جليد الأرض جميعه، ويسمك حوالى 2 كجم. تبلغ نسبة مياه الجليديات 207 ، من مجموع مياه الأرض، وهي مياه عذبة صالحة للشرب، غير أنها ليست متوفرة للبشر؛ بسبب بعدها، وعدم سهولة التعامل معها؛ لأنها صلبة. ومن الجدير، أن نلاحظ أن ثلاثة أرباع المياه العذبة على الأرض موجودة في الجليديات.

### المياه الجوفية: GROUNDWATER

وهي المياه الموجودة في باطن الأرض مخزنة في مسام الصخر أو شقوقه. وقد ذكرنا في دورة المياه سابقاً أن مياه الأمطار تتوزع في ثلاثة مسارب؛ إذ يتبخر الجزء الأعظم منها ويعود إلى الجو، أما الجزء الثانى فهو مياه الجريان Runoff، الذى ينشأ عنه المياه السطحية .. يبقى الجزء الثالث، الذى يرشح عبر التربة والصخور إلى باطن الأرض، مكوناً المياه الجوفية. تحوى المياه الجوفية ثانى أكبر كمية من المياه العذبة بعد الجليديات .. وتتفاوت كمية المياه الجوفية تبعاً للعمق من سطح الأرض.

## جدول (6.1)

نسب أشكال المياه في الغلاف المائي

المياه العذبة %	مياه الأرض جميعها	الغلاف المائي
	6.97	المحيطات
07.2	9.73	الجليديات
7.25	33.0	المياه الجوفية
البحيرات		
36.0	007.0	عذبة
	009.0	مالحة
004.0	0001.0	الأنهار
04.0	001.0	الغلاف الجوي

توجد المياه الجوفية القابلة للاستخراج في الصخور ذات المسامية والنفاذية الجيدة. وندعو مجموع الطبقات الحاملة للمياه الجوفية الخزان الجوفي Aquifer، وهو نوعان تبعاً للعلاقات الطباقية الصخرية وطريقة التغذية Recharge؛ فالخزان الجوفي غير المحصور Unconfined Aquifer يتغذى من مياه الأمطار الراشحة من جميع سطح المنطقة التي يقع الخزان تحتها.. كما أن الضغط على المياه في هذا النوع من الخزانات الجوفية يساوى ضغط الهواء الجوى؛ لأنه لا توجد طبقات كتيمية (غير منفذة) بين سطح الماء فيه وبين الهواء الجوى. أما الخزان المحصور Confined، فإن الطبقات الحاملة للمياه تكون محصورة بطبقات كتيمية من فوقه ومن أسفل منه. ولا يتغذى إلا من أماكن محددة، غالباً ما تتكشف في المناطق الجبلية. تعتمد كثير من الشعوب على المياه الجوفية كمصدر رئيس للمياه؛ كالأردن، والكثير من الدول العربية ذات المناخ المناسب، التي تقل فيها المياه السطحية. غير أنه يجب التعامل مع هذا المصدر المهم بحذر شديد، كما سنوضح ذلك في عنوان لاحق.

### المياه السطحية SURFACE WATER :

ونعني بها مياه الأنهار والجداول والبحيرات والمستنقعات والبرك. مصدر المياه السطحية في الغالب هو مياه الأمطار والثلوج، وأحياناً المياه الجوفية. تكون مياه الأنهار والجداول بنسبة 0.0001% من مجموع مياه الأرض. انظر جدول 6.1. غير أن هذا النوع من المياه ذو أهمية كبيرة للإنسان والبيئة؛ لسهولة الحصول عليه، أو لأن البشر يستطيعون العيش قربه. أما البحيرات فهي منخفضات قارية متفاوتة المساحة والعمق، تحوى المياه العذبة على مدار السنة .. تحوى البحيرات من المياه مائة مرة ما تحوى الأنهار مجتمعة (جدول 6.1). وعلى الرغم من ذلك تبقى مياه الأنهار والجداول أكثر قرباً وتوفرًا للبشر من مياه البحيرات؛ فالنيل مثلاً يروى العديد من البلدان الممتدة بين شرق إفريقيا ومصر .. بقى أن نذكر أن جزءاً مهماً من مياه البحيرات مالح لا يصلح للاستعمال البشرى دون معالجة.

### المياه العذبة FRESH WATER :

على الرغم من أهمية مياه المحيطات للنظم البيئية البحرية وضبط مناخ الأرض - حرارة وأمطاراً - إلا أنها مالحة جداً، لا تصلح للاستعمال البشرى في الشرب أو الزراعة أو الصناعة. كذلك فإن مياه الجليديات العذبة موجودة في مناطق بعيدة جداً عن أماكن عيش البشر؛ مما يجعلها غير متاحة لهم بسهولة، وهذا يعنى - ببساطة - أن أكثر من 99 من مياه الأرض لا يستطيع الإنسان استعمالها في أغراضه اليومية. وبعبارة أخرى، فإن أقل من 1% من مياه الأرض هى المياه العذبة (المياه الجوفية والأنهار والبحيرات) المتاحة للبشر جميعهم، الذين بلغوا الآن أكثر قليلاً من 6 بليون نسمة. والأسوأ من ذلك، أن هذه الكمية الضئيلة من المياه العذبة - نسبة لمجموع مياه الأرض - غير موزعة بانتظام على أقطار الأرض المختلفة؛ فالأمطار ليست موزعة بانتظام جغرافياً، ولا هى منتظمة في المنطقة الواحدة على مدار السنة .. ولا تختلف الأنهار والبحيرات عن ذلك، وسنفصل القول في هذا الموضوع بعد أن نصف المياه العذبة.

### صفات المياه العذبة FRESH WATER QUALITY :

قلنا أن مياه الأنهار والجداول وقسمًا من المياه الجوفية والبحيرات، هى مياه عذبة .. غير أن هذه الأنواع من المياه ليس لها الصفات ذاتها. وسنحاول فيما يلى أن نبرز الصفات الرئيسة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التى تؤثر في نوعية المياه العذبة، وذلك من خلال الفحوصات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التالية:



## الفحوص الفيزيائية:

### - درجة الحرارة TEMPERATURE:

تقاس درجة حرارة المياه مباشرة بعد الحصول على العينة من المصدر.

### - العكارة TURBIDITY:

تعتبر العكورة - بشكل عام عن قياس درجة الصفاء لعينة الماء؛ لتقدير مدى خلوها من المواد الغروية والمعلقة، مثل الطين والغرين والمواد العضوية. ويعتمد قياس العكارة على طول مسار الضوء خلال عينة الماء، ووحدة قياسها هي (Nephlemetric Turbidity Unit NTU) وحدة عكورة نفلومترية. وللعكورة أهمية كبيرة في تحديد مدى صلاحية المياه للشرب وللأستعمالات المنزلية؛ حيث أن المياه الخالية من المواد الغروية المعلقة تكون أكثر قبولاً للمستهلك. أضف إلى ذلك، أنه في حال وجود عكارة في المياه يكون احتمال وجود بعض الممرضات كبيراً؛ حيث يمكن احتواء هذه الممرضات في الفراغات الدقيقة جداً في المواد الغروية أو المعلقة من التماس مع الكلور في حال تعقيم المياه. وبشكل عام - وحسب نوعية المواد العالقة أو الغروية فإنها تستهلك كمية إضافية من الكلور في حال تعقيم المياه ذات العكارة المرتفعة، وقد أجمعت معظم مواصفات مياه الشرب المحلية والعالمية على أنه في حال وصول عكارة المياه إلى خمس وحدات NTU، فإنه لا يسمح باستخدامها للشرب، ويجب معالجتها؛ للتخلص من العكارة.

### - الطعم والرائحة TASTE AND SMELL:

تعتمد هذه القياسات على الطريقة الحسية، وعلى خبرة الفاحصين، ويختلف طعم ورائحة عينة الماء تبعاً للغازات الذائبة فيها كغازى كبريتيد الهيدروجين والأمونيا، أو المواد المعدنية كالحديد والمنغنيز، أو العضوية كالفيينولات، والفيينولات المكلورة والهيدروكربونات المكلورة، أو حسب طبيعة البكتيريا في العينة.

### - اللون COLOR:

ينتج اللون في المياه عن وجود بعض الأملاح الذائبة أو المواد العضوية، ويقاس بالمقارنة بمحاليل معيارية.

### الفحوص الكيميائية CHEMICAL TESTS :

تهتم الفحوصات الكيميائية للمياه بتقدير درجة الحموضة، وقياس مجموع المواد الذائبة الكلية والموصلة الكهربائية، وعسر الماء، ومحتواها من العناصر الشحيحة التي تضر بصحة الكائنات الحية. ونورد فيما يلي وصفاً موجزاً للخصائص السابق ذكرها.

#### - درجة الحموضة PH :

درجة الحموضة هي اللوغارتم العشري السالب لنشاط أيونات الهيدروجين في الماء، ويعبر عنها بالأرقام من 0 - 14؛ حيث الأرقام الأقل من 7 تشير إلى مياه حامضية، والأكثر من 7 تشير إلى مياه قاعدية عند درجة حرارة 25 مئوية (سيلزيوس). أما الرقم 7 فهو للمياه المتعادلة، وهو درجة الحموضة الأمثل للمياه العذبة، غير أن المياه تبقى صالحة للاستعمال البشري لو نقصت حموضتها قليلاً عن 7 أو زادت عن 7، كميها الكثير من الينابيع والآبار في الأردن (أكثر قليلاً من 5,7) .. والمياه الصالحة للاستهلاك البشري تتراوح درجة حموضتها ما بين 6,5 - 8,5، كما ورد في المواصفة الأردنية لمياه الشرب والخطوط الاسترشادية لمنظمة الصحة العالمية.

#### مجموع المواد الذائبة (DISSOLVED SOLIDS (TDS TOTAL :

نعني بها مجموع المواد الصلبة الذائبة في الماء ذوباناً حقيقياً، بحيث تبقى مع الماء في عمليات الترشيح، وهي قياس لنسبة ملوحة الماء، وتقاس إما بالنسبة المئوية (%)، إذا كانت كميتها كبيرة مثل مياه البحر، التي تحوى في المعدل 3,5% مواد صلبة مذابة، أى 5,3 غم / 100 مل ماء، أو 35 جم / لتر ماء. وتقاس أيضاً بأجزاء المليون (ppm) إذا كانت كميتها ضئيلة، كأن نقول أن المياه تحوى 5 أجزاء من المليون من الرصاص، ويمكن أن نحول كلا النسبتين إذا علمنا أن 1% = 10000 جزء من المليون، فتكون ملوحة مياه البحر تساوى 35000 جزء من المليون، بينما تكون نسبة الرصاص المئوية في المثال السابق تساوى 0.0005%. تختلف المياه في نسبة المواد الذائبة أو الملوحة؛ فمياه الأمطار أقلها ملوحة، خاصة عندما يكون الجو نظيفاً غير ملوث، بحيث لا يزيد مجموع المواد الذائبة عن 65 جزءاً من المليون .. وما أن تصل مياه الأمطار إلى الأرض حتى تذيب بعض المواد؛ مما يؤدي إلى زيادة المواد الذائبة في مياه الأنهار. وتكون المواد الذائبة في المياه الجوفية أعلى من الأنهار؛ بسبب مكثتها الطويل مع الصخور، أما البحيرات فتختلف ملوحتها تبعاً للموقع من الأرض (التبخر)، وكمية المياه ومصادرها التي ترفدها .. مثالها ملوحة البحر الميت 35% تقريباً؛ بسبب شدة التبخر، وقلة المياه التي ترفده.

وبشكل عام، كلما كانت الملوحة أقل كانت أفضل؛ فقد نشرب المياه التي بها 1000 جزء من المليون، غير أنها أن بلغت المواد الذائبة فيها 2000 جزء من المليون، أصبحت غير قابلة للشرب، ولكنها تستعمل في الكثير من الأغراض الزراعية والصناعية. ولن ننسى أن نذكر أن بعض الزراعات - كاللوز والحمضيات - تحتاج إلى مياه قليلة الملوحة (أقل من 1000 جزء من المليون)، وكذلك فإن بعض الصناعات الدوائية قد تحتاج إلى مياه مقطرة. ويمكن قياس مجموع المواد الذائبة بطرق عدة؛ فمثلاً يمكن أن يؤخذ حجم محدد بدقة من الماء في كأس، ثم نسخنه حتى يتبخر الماء جميعه، فتكون المواد المتبقية في الكأس هي المواد الذائبة التي نريد التعرف على نسبتها .. نزنها وننسبها إلى حجم الماء الأول، فلو وجدنا 0,1 جم ملح في 50 مل ماء، تكون نسبة المواد الذائبة 0,2 غم / 100 مل، أو 0,2 %، وتساوي 200 جزء من المليون.

غير أن طريقة الموصلية الكهربائية (Electrical Conductivity (EC أسهل من الطريقة السابقة وأكثر سرعة. وفكرتها الأساسية هي أنه كلما زادت المواد الذائبة في الماء، كلما سهل مرور (توصيل) التيار الكهربائي. فالمياه المالحة أسهل توصيلاً من المياه العذبة، وبالتالي تعطى قراءات أعلى من المياه الأكثر عذوبة. وبعبارة أخرى، تكون المياه أكثر ملوحة كلما ارتفعت قيم الموصلية الكهربائية. ويمكن استعمال العلاقة التقريبية التالية لتحويل الموصلية الكهربائية إلى مجموع المواد الذائبة على درجة حرارة 25 سلسية:

$$TDS \text{ (مجم / لتر)} = EC \text{ (ميكروسمنز / سم)} \times 0.64$$

ميكروسمنز / سم هي وحدة قياس الموصلية الكهربائية التي يقرؤها الجهاز، والطريقة الأكثر دقة في تحديد مجموع المواد الذائبة هي تحليل المكونات الذائبة في المياه، والتي تمثل الأيونات الرئيسية الموجبة والسالبة كالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والكبريتات والبايكربونات والنترات. ومجموع هذه المكونات بالجزء من المليون أو الملجم / لتر، يمثل مجموع المواد الذائبة، أما فيما يتعلق بما تحويه المياه من مواد ذائبة أخرى، فتراكيزها قليلة؛ بحيث لا تؤثر على المجموع الكلي للأملاح الذائبة. وبشكل عام، فإن نوعية الأيونات المذابة في المياه تلعب دوراً مهماً في تحديد استعمالات المياه، ومن أهم هذه الأيونات:

**الحديد Fe:** يؤثر وجود الحديد المذاب في المياه تأثيراً كبيراً على إمكانية استعمالها، ويعتبر وجود الحديد الذائب بتركيز أكبر من 0,3 جزء من المليون، غير مرغوب في كثير من الصناعات والاستعمالات المنزلية؛ حيث يتركز تأثيره على الملابس وأدوات وأجهزة المطابخ، إضافة إلى إعطاء المياه رائحة غير محبة، وفي حال وجود أيون الحديد في المياه الجوفية، فإنه يؤثر على كفاءة ومدى

خدمة البئر. ويوجد الحديد عادة على شكل الحديد الثنائي  $Fe^{+2}$  (الحديدوز)، والحديد الثلاثي  $Fe^{+3}$  (الحديديك)، ويتحول الحديدوز بسهولة عند تعرضه للهواء الحامى على الأوكسجين إلى حديديك. والحديديك قليل الذوبان؛ حيث يترسب على شكل هيدروكسيد الحديديك  $Fe(OH)_3$ ، وهذا يشجع بكتيريا الحديد - ومثالها *Crenothrix* - على النمو في مجموعات غروية مع أكاسيد الحديديك؛ مما يؤدي إلى إغلاق مسام مصافي الآبار، ويقلل من نفاذيتها وإنتاجية الآبار.

**المنجنيز Mn:** يشبه المنغنيز إلى حد كبير أيون الحديد؛ إذ تتحول بيكربونات المنغنيز إلى هيدروكسيد المنغنيز، القليل الذوبان؛ مما يشجع تواجد بعض أنواع البكتيريا اللزجة، والتي تعمل على إغلاق مسامات مصافي الآبار. ويمكن معالجة مشكلة مصافي الآبار بإضافة محلول هكسا - ميتا فوسفات الصوديوم Sodium Hexa - Meta Phosphate، الذى يذيب مكونات الحديد والمنغنيز، ويمنع ترسبهما.

**الصوديوم Na:** عنصر الصوديوم من الفلزات الشائعة في الماء؛ ومرد ذلك إلى شيوعه في صخور القشرة الأرضية، وسهولة ذوبانه فيه. ويؤثر الصوديوم سلبيًا على استخدامات الماء في الزراعة؛ حيث يكسب التربة خصائص قلوية، ويقلل من نفاذيتها. ولا توجد مخاطر صحية للصوديوم في مياه الشرب؛ حيث يعبر عنه بصفة مستساغة.

**الكلوريد - Cl:** يتفاوت تركيز الكلوريد في المياه من منطقة لأخرى؛ اعتمادًا على الوضع الجيولوجي والهيدرولوجي للخران الجوفي، والصخور التى تجرى فوقها المياه السطحية. والتراكيز المرتفعة للكلوريد ما بين 250 و350 جزء من المليون، تجعل المياه غير مستساغة للاستعمال المنزلى والصناعى والزراعى.

**الكبريتات: Sulfates** مصدر الكبريتات في المياه الجوفية أو السطحية ذوبان طبقات الجبس، من مرور المياه خلال أو فوق الطبقات الصخرية الحاوية على الجبس، أو تأكسد الكبريتيدات، مثال: كبريتيد الحديد. وإذا ما احتوت المياه على أملاح كبريتات المغنيسيوم والصوديوم، فإنها تميل إلى المرارة في الطعم. وإذا احتوت مياه الرى على تراكيز مرتفعة من الكبريتات، فإنها تسبب أضرارًا للنباتات؛ حيث تترسب كبريتات الكالسيوم؛ مما يؤدي إلى زيادة تركيز الصوديوم في محلول التربة، كما يؤثر سلبيًا على بعض النباتات، إضافة إلى تأثيره على نفاذية التربة.

### العناصر الثقيلة والشحيجة: HEAVY AND TRACE ELEMENTS:

تحتوى المياه - أيًا كان مصدرها - على العديد من العناصر التي توجد بنسب بسيطة جدًا، وعادة لا تجرى قياسات تراكيز هذه العناصر بشكل روتيني .. دائمًا يهتم ببعض منها، والذي له تأثيرات ضارة بصحة الإنسان والنبات. انظر ملحق المواصفة الأردنية لمياه الشرب 2001.

#### - درجة الحرارة TEMPERATURE:

يكفى أن نقول هنا أن مياه الينابيع الحارة - مثل زرقاء ماعين، أو الحمة شمال إربد، أو عفرة في منطقة الطفيلة - ترتفع درجات حرارتها كثيرًا فوق درجة حرارة الجو؛ فقد تصل إلى 65 درجة سلسية في زرقاء ماعين. لهذه المياه الجوفية الحارة قدرة كبيرة على إذابة الكثير من المواد الصخرية التي قد يكون بعضها ذو خصائص علاجية، إلا أنه لا ينصح باستعمالها كماء شرب دون معالجة.

#### - الإشعاعية RADIOACTIVITY:

وهي احتواء بعض المياه على تراكيز مرتفعة من بعض العناصر المشعة، كالراديوم أو الرادون وغيرها؛ فالراديوم يشبه عنصر الكالسيوم، وبالتالي يحل محله في العظام والأسنان، ويكون له دور مخرب لهما عندما يقوم بنشاطه الإشعاعي. أما الرادون فهو غاز خامل، لكنه نشط إشعاعيًا؛ إذ يتحلل إلى مجموعة من النظائر ذات العمر القصير التي تسبب السرطان.

#### - المياه العسرة HARD WATER:

المياه العسرة هي المياه التي تحوى نسبة مرتفعة من أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والبايكربونات والكبريتات. وعسر المياه نوعان؛ أولهما: العسر المؤقت، حيث ترتبط فيه أيونات الكالسيوم والبايكربونات، ويمكن التخلص من هذا النوع من العسر بغلي الماء. والنوع الثاني: العسر الدائم، والذي يكون فيه ارتباط أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم مع الكبريتات، ولا يمكن التخلص منه بغلي الماء، بل بواسطة عمليات ترسيب كيميائية، أو بمرار المياه على مواد طبيعية كالزبولايت، أو مبادلات أيونات صناعية Ion Exchangers. ويشار إلى عسر المياه بمصطلح العسر الكلي Total Hardness، والذي يمثل مجموع أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المذابة في المياه، ويعبر عنه بوحدة ميليمكافى / لتر  $50 \times$ . وقد ثبت حديثًا أن لا تأثيرات صحية تذكر نتيجة عسر المياه. ولا تعد المياه العسرة ملوثة، ولكنها مزعجة في التعامل مع الصابون. وقد تؤدي إلى انفجار المراجل الكهربائية؛ حيث تترسب كربونات الكالسيوم على المقاومات

الكهربائية؛ مما يؤدي إلى تقليل فعاليتها في تسخين المياه في المراحل. ويمكن التخلص منها بإمرار الماء على مواد طبيعية، كالزئوليت أو مبادلات الأيونات الصناعية Ion Exchang .

### الفحوصات الحيوية:

تجرى الفحوصات البيولوجية على المياه في حال استعمالها للأغراض المنزلية بشكل أساسي، وكذلك للأغراض الصناعية الغذائية؛ بهدف التأكد من خلوها من الملوثات، كالبكتيريا والفيروسات والممرضات الأخرى.

### توزيع المياه العذبة:

غير خاف على أحد أن الماء عامل محدد في بناء الحضارات؛ فحضارة الفراعنة في مصر وحضارات العراقيين القدماء وحضارة العرب القحطانيين في اليمن وحضارة الصينيين القدماء، أمثلة واضحة على ذلك. فكيف تتوزع المياه العذبة على سطح اليابسة؟

### المياه المتجددة وغير المتجددة

#### : RENEWABLE AND NONRENEWABLE WATER

المياه المتجددة هي المياه السطحية أو الجوفية المتاحة للاستعمال البشرى كل سنة أو بضع سنين، والمرتبطة - عادة - بالهطل المطرى؛ فمياه الأنهار والبحيرات هي مياه متجددة، والمياه الجوفية التي تغذيها الأمطار والأنهار والثلوج سنوياً أو نحواً من ذلك، هي أيضاً مياه متجددة، بينما المياه الجوفية المخزنة في باطن الأرض منذ آلاف السنين تعد مياهاً غير متجددة؛ لأنه لا يضاف لها مياه جديدة من مياه الأمطار مثلاً. فمياه حوض الديسة في جنوب الأردن تعد مياهاً غير متجددة؛ لأن الأمطار هناك قليلة جداً؛ حيث أن كمية المياه التي تغذى خزان الديسة الجوفي قليلة جداً، إذا ما قورنت بكمية المياه الجوفية في هذا الخزان.

عالمياً، لا ينتظم توزيع المياه المتجددة على أقطار العالم أو أقاليمه، ولا حتى قاراته؛ إذ تكثر هذه المياه في بعض الأقاليم، مثل جنوب شرق آسيا وحوض الأمازون، بينما تقل أو تنعدم تقريباً في بعض المناطق الأخرى كالخليج العربي. يوضح الجدول 6.2 توزيع المياه المتجددة في القارات.

لاحظ كيف تغطي قارتا آسيا وأمريكا الجنوبية بقراءة ربع مياه الأرض المتجددة لكل منهما. غير أن الأرقام في هذا الجدول قد تكون مضللة؛ ذلك لأن كمية المياه الكبيرة في أمريكا الجنوبية يقع معظمها في حوض نهر الأمازون؛ حيث الغابات الكثيفة التي تحد من سكنى البشر. أما في قارة آسيا، فمعظم المياه فيها متركزة في جنوب شرق القارة (بنغلادش وجنوب الصين

وفيتنام وإندونيسيا وماليزيا وغيرها)، بينما توجد مساحات شاسعة منها شحيحة المياه (البلاد العربية وإيران ومعظم الجمهوريات الإسلامية في وسط آسيا). أما توزيع المياه في الأقطار، فقد أوضحنا أمثلة عليه في الجدول 6.3 في بعض الأقطار الغنية مائياً، والأخرى الفقيرة أو المعدمة مائياً.

### جدول (6.2)

توزيع المياه المتجددة على قارات العالم عربياً

قارات العالم	معدل الجريان السنوي كم <sup>3</sup>	% من الجريان العالمي الكلي	% من سكان العالم
إفريقيا	4225	11	11
آسيا	9865	26	58
أوروبا	2129	5	10
أمريكا الشمالية والوسطى	5960	15	8
أمريكا الجنوبية	10350	27	6
أوقيانوسيا	1965	5	1
الاتحاد السوفييتي	4350	11	6
العالم جميعه	38874	100	100

كان واضحاً من العنوان السابق أن البلدان العربية تعد من بين أقل أقطار العالم مياهاً. ويبدو أن سبب ذلك هو موقع العالم العربي بين خطوط الطول والعرض التي تشملها المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية. يقدر البعض أن معدل الأمطار على البلاد العربية أقل من 300 مم / السنة، غير أن هذا المعدل لا يفيد كثيراً؛ لأن مناطق محدودة كلبنان وجنوب السودان يصل المعدل فيها إلى 1500 مم / السنة، بينما توجد مناطق شاسعة لا يزيد المعدل فيها عن 5 مم /

السنة، مثل الصحراء الكبرى في جنوب ليبيا ومصر. مثل هذه الأمطار القليلة لا قيمة لها في تغذية المياه الجوفية أو السطحية؛ لأنها تتبخر تقريباً كلية. وبعبارة أخرى، فإن معدل كمية الأمطار السنوية على العالم العربي هي 2200 بليون م<sup>3</sup> تقريباً، لا يستفاد بأكثر من 15٪ منها، أى 300 بليون م<sup>3</sup> سنوياً، تقريباً موزعة توزيعاً غير منتظم. وبالتالي، فإن الكثير من الخزانات الجوفية في المنطقة العربية مياهاها أحفورية، أى غير متجددة.

لاحظ أن حصة الفرد في الأقطار الغنية مائياً تقاس بعشرات آلاف الأمتار المكعبة سنوياً، بينما هي في الكثير من الأقطار العربية أقل من ألف م<sup>3</sup> سنوياً.

### جدول (3. 6)

توزيع المياه في بعض الأقطار الغنية والفقيرة مائياً.

بعض الأقطار الغنية مائياً			بعض الأقطار الفقيرة مائياً		
القطر	الموارد المتجددة سنوياً كم <sup>3</sup>	حصة الفرد 1000م <sup>3</sup> سنوياً	القطر	الموارد المتجددة سنوياً كم <sup>3</sup>	حصة الفرد 1000م <sup>3</sup> سنوياً
أيسلندا	170	672	الكويت	0. 00	0. 00
كندا	2901	109	البحرين	0. 00	0. 00
النرويج	450	96	الأردن	0. 00	0. 176
ليبيريا	232	91	مصر	1. 80	0. 03
الكونغو	181	91	قطر	0. 02	0. 06
لاوس	270	66	مالطا	0. 03	0. 07
البرازيل	5190	35	ليبيا	0. 70	0. 15
زائير	1019	28	السعودية	0. 05	0. 20
إندونيسيا	2530	14	المجر	6. 00	0. 57
أمريكا	2487	10	ألمانيا	96. 00	1. 22
الصين	2800	2. 47	الهند	1850	2. 17



نضيف إلى ذلك، أنه حتى في القطر العربي الواحد تهطل الأمطار في ناحية منه، بينما الناحية الأخرى تعاني شحاً شديداً، ولا تختلف الصورة كثيراً في توزيع أحواض المياه الجوفية أو الأنهار؛ فجنوب السودان كثير الأمطار، بينما شماله الشرقي والغربي صحراويان. والأمطار تهطل في غرب الأردن، بينما شرقه وجنوبه قاحلان. يوضح الجدول 6.4 الصورة الكلية للموارد المائية المتاحة في البلاد العربية عام 2000، مقارنة بالاحتياجات ونصيب الفرد. لاحظ تدنى نصيب الفرد في جميع الدول العربية، وستزداد الحالة سوءاً مع الزمن؛ بسبب الزيادة في عدد السكان، إلا إذا أدخلت مصادر مياه جديدة.

جدول 4.6: الموارد المائية والاحتياجات في البلاد العربية عام 2000، الموارد والاحتياجات بليون م<sup>3</sup> / السنة، نصيب الفرد م<sup>3</sup> / السنة، ويساوي مجموع الموارد مقسوماً على عدد السكان. الميزانية تساوي الفرق بين الموارد والاحتياجات موجباً أو سالباً.

القطر	نوع المياه				مجموع الموارد	الاحتياجات	نصيب الفرد	الميزانية
	جوفية	سطحية	تحلية	معالجة				
مصر	5.7	5.55	05.0	1.9	05.74	5.70	1194	55.3+
السودان	5.0	8.23	-	-	3.24	5.21	736	8.2+
اليمن	4.1	5.3	-	-	20.5	36.3	325	84.1+
السعودية	34.2	1	5.1	7.0	54.5	78.4	264	78.0+
الكويت	16.0	-	44.0	1.0	70.0	32.0	233	38.0+
قطر	06.0	-	1.0	13.0	49.0	23.0	879	06.0+
البحرين	09.0	-	1.0	08.0	27.0	26.0	675	01.0+
الإمارات	39.0	1.0	45.0	08.0	02.1	70.1	510	68.0 -
عمان	45.0	07.0	06.0	11.0	69.0	38.1	345	69.0 -
لبنان	6.0	4	-	-	60.4	45.1	1150	15.3+
سوريا	7.5	4.54	-	-	1.60	1.14	783	46+
الأردن	52.0	32.0	-	05.0	88.0	28.1	176	40.0 -
العراق	20.1	35.41	01.0	-	56.42	33.47	1637	77.4 -
ليبيا	43.3	12.0	21.0	22.0	98.3	58.5	663	60.1 -
تونس	84.1	7.2	-	-	54.4	91.2	454	63.1+
الجزائر	70.3	5.13	1.0	-	3.17	10.6	524	2.11+
المغرب	5	32	-	-	28	98.6	875	21+

### الموارد المائية:

تعتمد مصر في 97% من احتياجاتها المائية على نهر النيل في مصر بالإضافة إلى أربعة خزانات رئيسة للمياه الجوفية، هي: خزان النيل الجوفي، وخزان الحجر الرملي النوبي، وخزان المغرة للمياه الجوفية الواقع بين غرب دلتا النيل ومنخفض القطارة، والخزان الساحلي (طبقاً للمياه الجوفية الساحلية على الساحل الشمالى الغربى). خزان النيل الجوفي والمغرة، والخزان الساحلي قابلة للتجديد. بينما خزانات الحجر الرملي النوبي - التي تحتوى على نظام 150,000 مليار متر مكعب من المياه العذبة، أى ما يعادل تقريباً 3,000 مرة التدفق السنوى لنهر النيل - غير قابلة للتجديد، ويتم تقاسمها مع السودان وتشاد وليبيا. موارد مصر من المياه غير التقليدية تشمل الصرف الزراعى، تحلية مياه البحر، وإعادة استخدام مياه صرف البلدية.

### الموارد المائية في مصر:

- موارد تقليدية، وتشمل:
  - 1- نهر النيل.
  - 2- مياه الأمطار.
  - 3- المياه الجوفية.
- \* موارد غير تقليدية، وتشمل:
  - 1- مياه الصرف الزراعى.
  - 2- مياه الصرف الصحى المعالج.
  - 3- مياه الصرف الصناعى
  - 4- تحلية مياه البحر.
  - 5- المطر الصناعى.

### الموارد التقليدية:

**نهر النيل:** يعتبر نهر النيل لمصر هو شريان الحياة بالنسبة لها منذ قدم التاريخ، كما أن نصيب مصر من موارد نهر النيل قد نظمته اتفاقيات سابقة، خاصة اتفاقية 1902، التي وقعها الإمبراطور الإثيوبي، واعتمدها البرلمان الإثيوبي، وتنص على عدم إقامة أى منشأة على نهر السوبات والنيل الأزرق بدون موافقة السودان المصرية البريطانية في ذلك الوقت، هذا بالإضافة إلى اتفاقتي عام 1929 و1959؛ حيث قسمت مياه النهر الواردة إلى بحيرة السد إلى 55,5 مليار م<sup>3</sup> لمصر و18,5 مليار م<sup>3</sup> للسودان، واستمرت هذه الحصص التاريخية لدول المصب، ولم تطالب بزيادتها، بالرغم من عدم كفايتها؛ نتيجة للزيادة المطردة للسكان، ورغم ذلك تم عقد اتفاقية عنيتي بين دول الحوض، وفيها طالبت دول الحوض بالآتي:

1- إلغاء الحصص التاريخية لدول المصب.

2- إلغاء الإخطار المسبق على أى مشاريع مائية تقيمها دول المنبع، مثل السدود والخزانات، مما يعنى إلغاء شرط ضرورة موافقة دول المصب على هذه المشاريع.

3- إلغاء حق الفيتو الذى تتمتع به دول المصب (مصر والسودان) لى تحافظ به على حقوقها المائية، وأن يكون التصويت بالأغلبية.

هذا التغير من جانب دول حوض النيل تجاه مصر، لم يكن وليد اللحظة أو السنوات القليلة الماضية، بل يمتد بأبعاده لسنوات بعيدة مضت؛ نتيجة للأداء السيئ للحكومات المتتابعة. وقد تجلّى هذا الأداء السيئ في تجاهل إثيوبيا كطرف ثالث وأصيل في اتفاقية مياه النيل بين مصر والسودان عام 1959. والخطر الأكبر الذى يمكن أن يهدد الأمن المائى المصرى يتمثل في السدود الأربع التى تزمع إثيوبيا تنفيذها على النيل الأزرق، والتى بدأتها بسد النهضة، بسعة تبلغ 74 مليار م<sup>3</sup>؛ مما يؤثر على الحصة التاريخية لمصر، رغم عدم كفايتها.

### مياه الأمطار:

مصر بلد جاف نادر الأمطار، فيتراوح معدل سقوطها ما بين 20 - 150 مم سنوياً فوق الساحل الشمالى الغربى، ثم يتناقص ذلك المعدل تدريجياً في مختلف المناطق الأخرى، ويكاد ينعدم في جنوب مصر. ومثل هذا المعدل من الأمطار - حتى في أعلاه وغزارته - لا يوفر مياهاً

آمنة تستطيع مصر الاعتماد عليها في الزراعة، وينبغي ألا يقل هذا المعدل عن 600 إلى 700 مم سنوياً؛ ومن ثم فإن الأمطار ستظل مصدراً محدوداً، لا يعتمد عليه في التنمية الزراعية. وإنما يمكن أن تظل الأمطار تؤدي دورها الحاضر في إنبات المراعى في المناطق الصحراوية، وفي رى ما يمكن من زراعات بالساحل الشمالى.

### المياه الجوفية:

هى المياه الموجودة تحت الأرض التى يمكن الاستفادة بها عن طريق حفر آبار تصل إلى التكوينات الجيولوجية التى تخزن هذه المياه، وتمثل المياه الجوفية مورداً مهماً للمياه العذبة فى مصر، وتتعاظم أهميتها فى كونها المورد الوحيد بل والأساسى فى صحارى مصر، والتى تمثل حوالى 95% من إجمالى المساحة الكلية للبلاد. وتتميز المياه الجوفية بأنه يمكن استخدامها مباشرة دون أى معالجة؛ حيث إنها لم تتعرض للتلوث، وكذلك ثبات درجة حرارتها على مدى العام، وبذلك فهى مورد آمن ونظيف، يمكن استخدامه فى أغراض الشرب.

وقد حذى الله المياه الجوفية من التلوث؛ نظراً لبعدها عن متناول يد الإنسان، ووجودها على أعماق متفاوتة من سطح الأرض. وفى الوقت نفس، يجب أن نعلم أنه من الصعب إعادة المياه الجوفية إلى أصلها إذا ما حدث لها تلوث أو أذى، ومن هنا يجب علينا حماية هذه الكنوز الموجودة فى باطن الأرض.

وفى إطار خطة تنمية الموارد المائية التى تنفذها الدولة وتنتهى عام 2017، يقدر حجم المياه الجوفية المستهدف توفيره 5.9 مليارات م مكعب، منها نحو 2.7 مليار متر مكعب مياه جوفية، ونحو 3.2 مليارات م مكعب مياه جوفية عميقة.

### موارد المياه غير التقليدية:

تعتبر المياه غير التقليدية مورداً مهماً لتأمين الاحتياجات المائية لدى العديد من الدول لاستعمالها فى الزراعة، إلا أن استعمالها مازال محدوداً؛ نتيجة لآثارها البيئية (تلوث التربة والمحاصيل الزراعية والمياه الجوفية).

إجمالى الموارد المائية فى مصر من المصادر غير التقليدية تقدر بـ 8906,6 مليون م<sup>3</sup> / سنة، وتوزيعها كالتالى:

$$1 - \text{مياه التحلية من ماء البحر} = 6,6 \text{ مليون م}^3 / \text{سنة.}$$

- 2- مياه الصرف الصحي المعالج = 1400 مليون م<sup>3</sup> / سنة.
  - 3- مياه الصرف الزراعي = 7500 مليون م<sup>3</sup> / سنة.
  - 4- النسبة المئوية (%) لمياه التحلية من إجمالي الموارد المائية غير التقليدية = 0,07 %.
  - 5- النسبة المئوية (%) لمياه الصرف الصحي المعالج من إجمالي الموارد المائية غير التقليدية = 15,7 %.
  - 6- النسبة المئوية (%) لمياه الصرف الزراعي من إجمالي الموارد المائية غير التقليدية = 84,2 %.
- لقد توسعت مصر في عمليات معالجة مياه الصرف الصحي، وإعادة استعمالها في الري، وتقدر كمية مياه الصرف بحوالى 5,9 مليار م<sup>3</sup> / سنة.

#### - مياه الصرف:

في إطار تنمية مواردنا المائية المحدودة، بدأت مصر منذ الخمسينيات في إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في ري الأراضي، وتزايد هذا الاهتمام بتنمية هذا المورد، والعمل على معالجة مياه الصرف، وإعادة خلطها بمياه النيل، ويتم حالياً استخدام حوالى 4.7 مليارات متر مكعب في المتوسط سنوياً من مياه الصرف الزراعي، ومن المستهدف أن تصل كمية مياه الصرف المستخدمة إلى 10 مليارات متر مكعب خلال السنوات العشر القادمة. واستخدام مياه الصرف في أغراض الري تجربة جديدة في ميدان الزراعة. وتمت إقامة محطات على بعض المصارف في الدلتا، تعمل على رفع وتدفق مياهها إلى الترع؛ لري الزراعة، دون إحداث أضرار، وقد توسعت الدولة في استخدام مياه الصرف الصالحة على أوسع مدى ممكن .. وتقدر كميات الصرف المستخدمة بنحو 9 مليارات متر مكعب سنوياً.

#### بعض المشاريع التي تم تنفيذها للاستفادة من مواردنا المائية:

##### 1- مشروع توشكى:

يهدف هذا المشروع إلى خلق دلتا جديدة جنوب الصحراء الغربية موازية للنيل، تساهم في إضافة مساحة تصل إلى 540 ألف فدان للرقعة الزراعية، يتم ريها بمياه النيل عبر ترعة الشيخ زايد بطول 51 كم، وعدد من الفروع، بإجمالى أطوال تصل إلى 180 كم، والتي تبلغ حصتها

من المياه حوالى 5.5 مليارات م مكعب سنوياً، عبر محطة الرفع العملاقة (مبارك)، ويضم هذا المشروع في رحابه مختلف الأنشطة الاقتصادية، وبلغت التكلفة الاستثمارية للمشروع حوالى 6,134 مليار جنيه.

## 2- مشروع شرق العوينات:

أكبر مشروعات التنمية الزراعية في جنوب الوادى؛ حيث يقع في الجزء الجنوبي الغربي من الصحراء الغربية، ويهدف إلى إضافة نحو 230 ألف فدان للرقعة الزراعية، يتم ريها بالكامل من مياه الخزان الجوفى بالمنطقة، ويطبق المشروع أسلوب الزراعة النظيفة؛ بهدف توفير إنتاج زراعى خال من الملوثات يتم تصديره إلى الخارج، وبلغ عدد الآبار 380 بئراً، وقد تم تطبيق الأسلوب العلمى في اختيار المحاصيل المنزرعة، وأهمها البطاطس والأعشاب الطبية والفواكه، والحبوب التى تناسب مناخ المنطقة، وقد حقق المشروع نتائج مبشرة، وتم تصدير منتجاته إلى الخارج. وتبلغ التكلفة الاستثمارية للمشروع 3.5 مليارات جنيه.

## 3- مشروع ترعة السلام:

من أهم مشروعات التنمية العملاقة؛ حيث يساهم في إضافة 620 ألف فدان للرقعة الزراعية، تروى بمياه النيل بعد خلطها بمياه الصرف الزراعى، وتمتد ترعة السلام وفروعها بطول 262 كم.

وتنقسم إلى مرحلتين:

### • المرحلة الأولى:

تقع (غرب قناة السويس)، وتمتد التربة بطول 87 كم من مأخذها على النيل فرع دمياط وحتى قناة السويس، وتخدم زمائاً قدره 220 ألف فدان، وتخترق التربة في مسارها خمس محافظات هى: دمياط، الدقهلية، الشرقية، الإسماعيلية، بورسعيد.

### • المرحلة الثانية:

تقع (شرق قناة السويس في سيناء)، وتشمل هذه المرحلة إنشاء سحارة ترعة السلام أسفل قناة السويس؛ لنقل مياه النيل إلى أرض سيناء.. ثم ترعة الشيخ جابر بطول 86.5 كم، ويتفرع منها 8 فروع، ويصل طول التربة وفروعها على أرض سيناء، إلى 175 كم، وتخدم التربة مساحة 400 ألف فدان بسيناء.

#### 4- مشروع درب الأربعين:

يقع هذا المشروع في الصحراء الغربية، ويهدف إلى إضافة 12 ألف فدان من الأراضي الجديدة، التي يتم استصلاحها، وتروى بالكامل من المياه الجوفية، وتستخدم وسائل الري بالتنقيط، وشهد المشروع توسعاً في زراعة النخيل والزيتون، بالإضافة إلى المحاصيل الحقلية (القمح - الشعير)، والفاكهة والنباتات الطبية والعطرية، وشهدت المنطقة إقامة 16 قرية جديدة.

#### الموارد المستقبلية:

تحلية مياه البحر - والتي تُستخدم بالفعل في بعض المنتجعات على البحر الأحمر - يُرجح أيضاً أن تصبح مصدرًا متزايد الأهمية لإمداد المياه للمحليات في المناطق الساحلية في مصر. على سبيل المثال، في أكتوبر 2009، عقدت شركة إنتاج الكهرباء في غرب الدلتا لإنشاء محطة طاقة مع محطة تحلية مياه البحر بقدرة 10000 م<sup>3</sup>/يوم بالقرب من الإسكندرية. وقد تصبح تحلية المياه المألحة للرى أيضاً أكثر أهمية. وقد نجحت القوات المسلحة مؤخراً في تنفيذ 8 محطات تحلية في 8 مناطق، هي: رفح - السلوم - سيدى برانى - كليوباترا - باغوش - الرميلا 1 و2 - اليسر - أبورديس.

#### الموقف المائى فى مصر:

المياه من أهم المحددات الرئيسة؛ فهي تؤثر على نوع النشاط الاقتصادى وحجمه، بل ومكانه، وحيثما وجدت توجد الحياة؛ فهي ثانی أهم متطلبات الحياة بعد الهواء، وموضوع اليوم، بل أكاد أجزم أنه موضوع الساعة، ويجب أن يظل كذلك حتى نصل إلى حل دائم، يضمن حقنا وحق الأجيال القادمة في مياه النيل؛ لأنه يعتبر - بحق - موضوع (بقاء أو فناء أمة)، والمياه في مصر مستوردة؛ لأنها تأتي من خارج حدودنا، وجزى الله الأنظمة السابقة التي أهملت ملف مياه النيل، إلى الدرجة التي شجعت بعض الدول إلى عقد اتفاقيات تحد من المياه الوارده إلينا، وهي اتفاقية عنتيبي، والتي امتنعت كل من مصر والسودان عن التوقيع عليها؛ لأنها لم تعط الاهتمام الكافي بالموارد المائية التاريخية لهما.

مازال القطاع الزراعى في مصر يشكل الضلع الأكبر في نمو الاقتصاد المصرى، بما يمثل 15٪ من إجمالى الناتج المحلى، كما أن 55٪ من المصريين يعتمدون على هذا القطاع في معيشتهم، كما أن أكثر من 2 مليون مزارع في الدلتا (أراضي الدلتا تغطى نحو 2,5 مليون هكتار، وبذلك فهي



تمثل سلة غذاء مصر؛ حيث تمثل 60٪ من الأراضي الزراعية المصرية) يعتمدون على مياه الري المستدامة من شبكة كثيفة من المجارى المائية، بما يشغل 40 ألف كم من القنوات، وهذه تمثل 500 ألف فدان، وهى المخصصة للقنى والبتون، و18 ألف كم مصارف سطحية، و10 مليون كم مصارف مغطاة.. فى ظل مخاوف من ارتفاع معدل النمو السكاني مع ثبات وحدة الأرض، بما يزيد من الاعتماد على الواردات الغذائية، فضلاً عن مخاوف أخرى، تتعلق بانخفاض نصيب الفرد من المياه، فى ظل ما نراه على الساحة من تأمر ضد مصر، ومساندة إثيوبيا فى بناء السد المسمى بالنهضة. ويوضح الجدول التالى مدى ما تعانيه دول شمال إفريقيا والشرق الأوسط من عجز فى مواردها المائية؛ حيث تعتبر هذه الدول من أقل دول العالم فى مواردها المائية؛ مما ينعكس على التنمية بهذه الدول.

المنطقة	الكمية م <sup>3</sup> / سنة
أمريكا الشمالية	13000
الكونغو	35000
أمريكا الجنوبية	18000
روسيا	10000
شمال أوروبا	5600
جنوب أوروبا	2200
شرق أوروبا	2800
جنوب شرق آسيا	6500
اليابان	3400
شمال إفريقيا	400
الشرق الأوسط	600

ولتقريب الصورة لذهن القارئ ليتعرف على ما كنا فيه في السابق وموقفنا الحالي يرجى النظر إلى الجدول التالي:

وبالنظر إلى الجدول نجد أنه في 114 عامًا زادت نسبة السكان إلى 800٪، في حين لم تتعد الزيادة في الرقعة المنزرعة عن 70٪؛ مما يترتب عليه انخفاض نصيب الفرد من الأرض من 12 قيراطًا سنة 1900 إلى قيراطين في 2014، هذا بالإضافة إلى انخفاض نصيب الفرد من المياه من 4800 إلى 585 م<sup>3</sup>/سنة؛ مما يعنى أن نصيب الفرد في مصر من المياه أقل من الفقر المائي، والذي حدد بـ (1000 م<sup>3</sup>/ سنة)، وأصبحنا في نطاق الشح المائي، أو المجاعة المائية؛ مما يهدد كل مظاهر التنمية في مصر..

هذا يعود إلى ثبات الموارد المائية، مع زيادة في أعداد السكان، ولم تتحرك الأنظمة السابقة لمحاولة زيادة مواردنا المائية، حتى وصلنا إلى الدرجة التي لا نستطيع الاحتفاظ بمواردنا السابقة، وهذا ما نراه أمام أعيننا من تصرف إثيوبيا، ومحاولة إنشائها لسد النهضة المزمع إقامته؛ لحجز ما يقدر بـ 70 مليار متر مكعب.

وإذا افترضنا أن النظام الحالي - وفقه الله - في أن يعود بسد النهضة إلى تصميمه القديم، إلى 14 مليار م<sup>3</sup>، فهذا لن يحل مشكلة نقص مواردنا المائية للأسباب الآتية:

- هناك أكثر من 15 دولة أوروبية وآسيوية وعربية تتصارع على امتلاك الأراضى بدول حوض النيل، لدرجة أن هذه الدول تمتلك أكثر من 32 مليون فدان في كل من (إثيوبيا - السودان - تنزانيا - أوغندا).
- تمتلك إسرائيل - بمفردها - 400 ألف فدان منزرعة بمحاصيل الوقود الحيوى بإثيوبيا.
- لم تكتف تلك الدول بزراعة تلك الأراضى على الزراعة المطرية، بل قامت بتحويل نظم الزراعة بها من مطرية، إلى زراعة مروية، أى أنها في حاجة لمياه تكميلية لرى تلك الزراعات، فإذا افترضنا أن مقنن الرى التكميلي للفدان = 3 آلاف متر مكعب، فإن تلك الأراضى تطلب لريها 32 مليون فدان  $\times 3 = 96$  مليار متر مكعب، فمن أين تأخذها؟
- الخطة القومية للسودان الشمالى اعتمدت على أساس زراعة 6 مليون فدان، تحتاج إلى 15 مليار م<sup>3</sup> سنوياً، فمن أين تأخذها؟
- احتمالية نقص تدفق المياه إلى نهر النيل، بمعدل قد يصل إلى 60٪؛ نتيجة للتغيرات المناخية.

كل هذه العوامل السابقة تصب في اتجاه واحد، وهو نقص الموارد المائية القادمة إلى مصر، حتى بعد حل مشكلة سد النهضة ..

لذا نتساءل: ماذا نحن فاعلون؟ ماذا بعد سد النهضة؟

لقد نجحت إثيوبيا في أن تنسينا مشكلة العجز المائي التي تعاني منه مصر منذ 2009، إلى الدرجة التي لم تتوفر موارد مائية لاستصلاح أراضٍ جديدة، وبالنظر إلى الجدول التالي، والذي يوضح فيه مقدار العجز المائي الذي نعاين منه.

الاحتياجات المائية المتوقعة		البيان	الموارد المائية المتاحة (مليار / م <sup>3</sup> )	البيان
2017	2010			
87	65	الزراعة	55.5	الحصة من مياه النيل
2.3	2.3	الفقد بالتبخر من النيل والترع	6	المياه الجوفية (الوادي والدلتا)
6.6	4.9	الاستهلاك المنزلي	3.7	المياه الجوفية بالصحاري
10.6	7.6	الصناعة	7	مياه الصرف (معاد استخدامها)
0.4	0.4	الملاحة النهرية	2.5	مياه الصرف الصحي
			1.0	مياه الأمطار على الساحل الشمالي
			1.0	الوفرة الناتجة من تطوير الري
106.9	79.9		76.7	الإجمالي
30.2	3.2			العجز

ويوضح الجدول أن مقدار العجز المائي في 2010 قدر بـ 3.2 مليار متر مكعب / سنة، بينما يصل في 2017 إلى (30.2 مليار متر مكعب / سنة)، وإذا أخذنا في الاعتبار زيادة الاستهلاك المائي نتيجة زيادة درجة الحرارة الناتجة من التغير المناخي، والتي تقدر من 24-36 %، وطبقاً لهذه الزيادة في الاستهلاك المائي على مقدار العجز المائي، نجد أن مقدار العجز الكلي الذي نعاين منه في مصر سنة 2017 يصل إلى ما يقرب من 37.4 مليار متر مكعب في حده الأدنى، و41.7 مليار متر مكعب في حده الأقصى!

فكيف نفى بهذه الاحتياجات المائية في هذا الوقت القصير، والذي نعاين منه من الآن؟! لذا أرى - من وجهة نظري المتواضعة، والتي قد تجد صدق لمن في يده القرار - التوجه إلى دولة

الكونغو، واستكمال الدراسات التي أجريت على كيفية توصيل نهر الكونغو بنهر النيل، والتي عهد بها الرئيس السادات إلى كل من د. إبراهيم مصطفى كامل، ود. إبراهيم حميدة ..

وبعد تقديم المشروع للسادات، قامت الحكومة المصرية بإرساله إلى شركة (أرثر دى ليتيل) - الشركة العالمية المتخصصة في تقديم الإستراتيجية لعمل التصور المتوقع، والتكلفة المتوقعة - وأرسلت في تقريرها ما يلي:

- المشروع يوفر لمصر 95 مليار متر مكعب من المياه سنوياً توفر زراعة 80 مليون فدان تزداد بالتدريج بعد 10 سنوات إلى 112 مليار متر مكعب
- \* المشروع يوفر لمصر والسودان والكونغو طاقة كهربائية تكفي 3/2 قارة إفريقيا، بمقدار 18000 ميجاوات (10 أضعاف ما يولده السد العالي)، وهو ما قيمته 2.2 تريليون دولار إذا صدر لدول إفريقيا.
- المشروع يوفر للدول الثلاث (مصر - السودان - الكونغو) 320 مليون فدان صالحة للزراعة، بالإضافة إلى أن الشركة قدرت تكلفة المشروع عام 1980 بـ 6.0 مليار دولار.. هذا بالإضافة إلى الدراسة التي قام بها رجل الأعمال إبراهيم الفيومي في الكونغو، بالاشتراك مع الدكتور عبد العال حسن نائب رئيس الثروة المعدنية، بالاستعانة بهيئة المساحة الجيولوجية والثروة المعدنية المصرية، والتي قدرت فيها مدة تنفيذ هذا المشروع بعامين فقط.

هذه هي رؤيتي للخروج من هذه المشكلة .. لكن هذا لا يمنع خروج أصوات عالية تنادى بعدم التوجه لهذا المشروع، والاتجاه إلى تنفيذ المشاريع المائية المؤجلة والمتمثلة في:

- قناة جونجلي: توفر ما يقرب من 7 مليار متر مكعب سنوياً.
- بحر الغزال: توفر ما يقرب من 7 مليار متر مكعب سنوياً.
- مستنقعات مشار: توفر ما يقرب من 4 مليار متر مكعب سنوياً.

نجد أن إجمالي ما توفره هذه المشاريع هو 18 مليار متر مكعب سنوياً، بعد كم من السنين تكتمل هذه المشاريع، ولنا في تنفيذ قناة جونجلي الدرس القاسي؟! .. لذا أسأل أصحاب هذه الأصوات: أيهما أفضل لمصر؟! علماً بأننا لا نملك رفاهية الوقت لنضيعه.

### استخدام المياه:

أبرز استخدامات الماء في مصر هي في القطاع الرئيس، أى الزراعة، تليها استخدامات البلديات والصناعة. وقد قُدر إجمالي سحب المياه في عام 2000 بحوالى 68,3 كم<sup>3</sup>.

### الزراعة وإعادة استخدام مياه الصرف:

البيانات الخاصة باستخدام المياه في الزراعة في مصر ليست دقيقة، ومتناقضة في كثير من الأحيان. إجمالي المساحة المجهزة للرى بلغت 3.4 مليون هكتار في عام 2002، 85% منها في وادى النيل والدلتا. بلغت كمية استهلاك المياه العذبة في القطاع الزراعى حوالى 59 مليارم<sup>3</sup> في عام 2000 (86% من إجمالى الاستخدام). جميع مياه الصرف في صعيد مصر، وجنوب القاهرة، تتدفق مرة أخرى إلى النيل وقنوات الرى، ويقدر هذا بـ 4 مليارم<sup>3</sup> / عام. وتقدر كمية مياه الصرف في منطقة دلتا النيل بحوالى 14 مليارم<sup>3</sup> / عام، ويتم ضخ حوالى 10 مليارم<sup>3</sup> / عام من مياه الصرف في منطقة الدلتا إلى مجارى المياه العذبة، حيث تنتقل بعد حين إلى البحر.

### إعادة استخدام مياه الصرف تتم بثلاث طرق مختلفة:

- من خلال محطات الضخ العامة، والتي تضخ المياه من مجارى الصرف إلى قنوات الرى. تُقدّر الكمية المستعملة بهذه الطريقة بحوالى 4.5 مليار متر مكعب / سنة في الدلتا و 0.9 مليار متر مكعب / سنة في صعيد مصر والفيوم.
- بطريقة غير رسمية من قِبَل المزارعين أنفسهم، عندما يعانون النقص من مياه الترع .. في الدلتا وحدها يُقدر هذا بنحو 2.8 مليار متر مكعب / سنة.
- بطريقة غير مباشرة من المصارف في صعيد مصر، والتي تُصرف في نهر النيل، وهذه الكمية تبلغ حوالى 4 مليار متر مكعب / سنة.

### استخدام المحليات والصناعة:

#### الرى والصرف الصحى فى مصر:

تم تخصيص 5,3 مليارم<sup>3</sup> من المياه للاستخدامات المحلية (8 ٪)، و 4.0 مليارم<sup>3</sup> للصناعة (6 ٪). وتشير التقديرات إلى أن نحو 3.5 مليارم<sup>3</sup> / سنة تم تصريفها في النيل والبحر في عام 2002، منها 1.6 مليار متر مكعب / السنة (حوالى 45 ٪) تمت معالجتها. تساهم النفايات

السائلة الصناعية في تصريف مياه الصرف إلى مياه سطحية، بحوالى 1,3 مليار متر مكعب / سنة، ويتم معالجة بعضها فقط.

### استخدامات أخرى:

**الطاقة الكهرومائية:** من أبرز أوجه استخدام المياه في مصر هو لإنتاج الطاقة الكهرومائية. وهذا الاستخدام غير استهلاكي، مخصص لاستخدامات أخرى جهة المصب .. محطات الطاقة الكهرومائية موجودة في السد العالي في أسوان بقدرة 2100 ميجاوات، وسد أسوان القديم بقدرة 270 ميجاوات، ومحطات توليد الطاقة في إسنا بقدرة 90 ميجاوات، وفي سدود نجع حمادى بقدرة 64 ميجاوات .. هذه المحطات مجتمعة شكلت 16% فقط من طاقة توليد الكهرباء في عام 2004.

**الملاحة:** يفرض النشاط الملاحي - بما فيه السياحي - في نهر النيل، ضرورة الحفاظ على الحد الأدنى من تدفقه على مدار العام.

**علم البيئة:** تتطلب الوظائف الإيكولوجية للنيل استمرار تدفق المياه ولو بالحد الأدنى، وخاصة بالنسبة للبحيرات المالحة في الدلتا.

**التصريف في مياه البحر:** مياه الصرف بالغة الملوحة، ولا يمكن استخدامها في الزراعة؛ لذا يتم صرفها من قنوات الصرف في الدلتا إلى البحر والبحيرات الشمالية، عبر محطات ضخ الصرف. وتقدر الكمية الإجمالية لمياه الصرف التي تم ضخها إلى البحر في سنتي 1995 و1996 بحوالى 12.4 مليار متر مكعب، وهذا يشمل نحو 2.0 مليار متر مكعب / سنة من مياه البحر التي تتسرب إلى المصارف في الدلتا.

### جودة المياه الجوفية:

تعانى المياه الجوفية من التلوث جراء تسرب النيتروجين والأسمدة - التي تضعف استخدامها أربع مرات بين عامي 1960 و1988 - ومبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب، وتستخدم هذه الأخيرة للسيطرة على الأعشاب في القنوات المائية .. كما أن طبقات المياه الجوفية الضحلة - ولا سيما في منطقة دلتا النيل - غالبًا ما تكون ملوثة بشدة.

توزيع المساحات المنزرعة والمستصلحة (مليون فدان)

إجمالى مساحة الأراضى الزراعية 8.6

مساحة أراضى الوادى والدلتا 6.5

مساحة الأراضى المستصلحة والمروية بالنظم الحديثه 2.1

المساحة الإنتاجية (1.77 تكثيف) 15.2

### تأثير سد النهضة الإثيوبى :

أبدت مصر خشيتها من انخفاض مؤقت في كمية المياه المتوافرة؛ نظرًا للفترة التي يتطلبها ملء الخزان الإثيوبي خلف سد النهضة، ومن انخفاض دائم بسبب التبخر من الخزان. يصل حجم الخزان إلى ما يعادل نسبة التدفق السنوي لنهر النيل على الحدود السودانية المصرية (5,65 مليار متر مكعب) تقريبًا. من المرجح أن تصل هذه الخسارة (النقص في كمية المياه) إلى دول المصب على مدى عدة سنوات. وقد أشير أنه خلال المدة التي يستغرقها ملء الخزان، تتعرض مصر إلى مجموعة من الآثار السلبية، التي تنتج من بناء سد النهضة، نذكر منها ما يلي:

- 1- خفض نصيب مصر من حصتها المائية بمقدار 11 - 19 مليار متر مكعب سنويًا؛ مما سيتسبب في خسارة مليوني مزارع دخلهم خلال الفترة ذاتها.
- 2- تخفيض الفاقد الهيدروليكي لعمود المياه أمام جسم السد بمقدار 15 متر؛ مما يتبعه خفض الكهرباء المنتجة بمقدار 28 - 40 %.
- 3- خفض دائم في منسوب المياه في بحيرة ناصر، وهذا من شأنه تقليل التبخر الحالى لأكثر من 10 مليارات متر مكعب سنويًا.
- 4 - توقف الإطماء لقاع النهر وجوانبه؛ الأمر الذي يعرضه للنحر.
- 5- خفض منسوب المياه في النهر؛ مما قد يهدد محطات مياه الشرب وتبريد المصانع للتوقف.
- 6- نقص المياه في نهايات الترعة؛ مما يترتب عليه زيادة الأملاح في التربة والمياه.
- 7- زيادة نسبة التلوث في محافظات الدلتا الشمالية (كفر الشيخ - البحيرة - الدقهلية).
- 8- التأثير السلبي على الثروة السمكية النهرية والبحرية؛ نتيجة لارتفاع ملوحة المياه، وزيادة نسبة التلوث بها.
- 9- توقف جميع مشروعات استصلاح واستزراع الأراضي.
- 10- انتهاء مشروعات توشكى وترعة السلام وامتداد ترعة الحمام في الساحل الشمالى الغربى.

## 11- التأثير على الملاحة النهرية.

إن ثلثي سكان العالم سيعانون من نقص موارد المياه بحلول 2025؛ حيث تستهلك الزراعة بمفردها أكثر من 70٪ من موارد المياه العذبة في العالم، كما أنه من الضروري البحث عن مصدر بديل من المياه لرى المزروعات، ومن أهم هذه المصادر هو نهر الكونغو.

**نهر الكونغو:**

مشروع شق قناة تصل نهر الكونغو بأحد روافد نهر النيل بالسودان، فكرة طرحت قبل أكثر من 100 عام، وتحديداً عام 1902، عندما طرحها أباتا كبير مهندسى الرى المصريين فى السودان، الذى اقترح شق قناة تصل نهر الكونغو بأحد روافد النيل بالسودان؛ للاستفادة من المياه التى تهدر منه، حيث يلتقى النهر ما يزيد عن ألف مليار متر مكعب من المياه فى المحيط الأطلنطى، حتى أن المياه العذبة تمتد إلى مسافة 30 كيلو متراً داخل المحيط، بخلاف وجود شلالات قوية، يمكن من خلالها توليد طاقة كهربائية تكفى القارة الإفريقية كلها.

وبعد مرور 78 عاماً من طرح هذه الفكرة، عادت للظهور مجدداً فى نهاية عهد الرئيس الراحل أنور السادات، عندما أمر بعمل جولة ميدانية فى الكونغو؛ لتقديم تصور عن الطبيعة الجغرافية للنهر، وبعد تقديم المشروع للسادات، قامت الحكومة المصرية بإرساله إلى شركة آرثر دى ليتل (الشركة الأمريكية العالمية المتخصصة فى تقديم الاستشارات الإستراتيجية)؛ لعمل التصور والتكلفة المتوقعة، ثم ردت بالموافقة، وأرسلت فى التقرير حقائق مذهشة ورائعة لمصر.

وبعد رحيل الرئيس السادات، تم إغلاق الملف مجدداً، ولم يفكر الرئيس مبارك فى أن يحقق أمناً مائياً لمصر، خاصة مع تصاعد الأزمة بين البلدين، على خلفية محاولة اغتياله بأديس أبابا 1995.

**تجدد فكرة المشروع:**

تجددت فكرة المشروع على يد الدكتور عبد العال حسن، نائب رئيس هيئة المساحة الجيولوجية والثروة المعدنية، عندما أعلن عن نجاح خبراء الهيئة فى وضع 3 سيناريوهات علمية وجيولوجية، تسمح بزيادة إيرادات نهر النيل، عن طريق نقل فواقد المياه المهدرة من نهر الكونغو فى المحيط الأطلسى إلى حوض نهر النيل، دون التعارض مع اتفاقيات الأنهار الدولية؛ لأن نهر الكونغو لا يخضع للاتفاقيات الدولية؛ حيث سيتم استخدام جزء من فاقد نهر الكونغو، الذى يصل إلى 1000 مليار متر مكعب سنوياً، يلتقى فى المحيط الأطلسى، وذلك عن طريق إنشاء قناة



حاملة بطول 600 كيلو متر؛ لنقل المياه إلى حوض نهر النيل عبر جنوب السودان إلى شمالها، ومنها إلى بحيرة ناصر، ثم تم تعديله لكي يصل إلى بحيرات توشكى، وإنشاء مجرى موازٍ لنهر النيل، يصب في منخفض القطارة، ومساحة هذا المنخفض توازي مساحة دولة الكويت.

تقوم فكرة المشروع على تماس حوضي نهر النيل ونهر الكونغو التي رصدتها الأقمار الصناعية المرئية والرادارية والخرائط الطبوغرافية والخرائط الجيولوجية والبيانات المناخية؛ لدراسة أنسب مسار لتوصيل المياه من نهر الكونغو إلى نهر النيل، عبر خط تقسيم المياه، وصولاً إلى جنوب جوبا - جنوب السودان.

تمت دراسة 3 سيناريوهات مقترحة لتحديد مسار المياه، طول الأول 424 كيلو متر مربع، وفرق منسوب المياه سيكون 1500، وهو ما يستحيل تنفيذه، والسيناريو الثاني على مسافة 940 كيلو متر مربع، وارتفاع 400 متر، والثالث ينقل المياه على مسافة 600 كيلو متر مربع، وفرق ارتفاع 200 متر، وهو السيناريو الأقرب إلى التنفيذ، من خلال 4 محطات رفع للمياه متتالية.

وكشف المقترح عن إمكانية توليد طاقة كهربائية تبلغ 300 تريليون وات في الساعة، وهي تكفي لإنارة قارة إفريقيا، لافتاً إلى أن الكونغو تصنف على أن لديها 6/1 قدرات الطاقة الكهرومائية في العالم لتوليد المياه من المساقط المائية، مؤكداً أن العوائد الاقتصادية الأولية للمشروع تتمثل في توفير المياه المهذرة من نهر الكونغو إلى مصر، عبر جنوب وشمال السودان، واستخدامها في خطط التنمية لخدمة الدول الثلاثة، فضلاً عن توفير الطاقة الكهربائية التي تحتاجها الكونغو ومصر ودول البحيرات الاستوائية وغرب إفريقيا؛ حيث إن المشروع يوفر لمصر 95 مليار متر مكعب من المياه سنوياً، توفر زراعة 80 مليون فدان، تزداد بالتدريج - بعد 10 سنوات - إلى 112 مليار متر مكعب.

- المشروع يوفر لمصر والسودان والكونغو طاقة كهربائية تكفي 3/2 قارة إفريقيا، بمقدار 18000 ميجاوات (10 أضعاف ما يولده السد العالي)، وهو ما قيمته 2.2 تريليون دولار، إذا صدر لدول إفريقيا.

- المشروع يوفر للدول الثلاث (مصر - السودان - الكونغو) 320 مليون فدان صالحة للزراعة، بالإضافة إلى أن تنفيذ المشروع سوف يتضمن إنشاء شبكة طرق دولية، ومشروع قطار فائق السرعة، والمسارات التي يمكن من خلالها ربط الإسكندرية ومنطقة العلمين بكيب تاون؛ لربط شعوب القارة الإفريقية من أقصى شمالها إلى أقصى جنوبها، من خلال خط سكك حديدية.

وأضاف أن تنفيذ المشروع سيتم على عدة مراحل، حسب توافر ظروف التمويل، تنفيذًا للهدف الأساسي، وهو وضع قدم مصر وتثبيتها في عمقها الإستراتيجي، لافتًا إلى أن المدى الزمني لتنفيذ المشروع في حالة تنفيذ السيناريو الثالث، يستغرق 24 شهرًا، بتكلفة 8 مليارات جنيه، وهي تكلفة محطات الرفع الأربعة لنقل المياه من حوض نهر الكونغو إلى حوض نهر النيل، بالإضافة إلى أعمال البنية الأساسية المطلوبة لنقل المياه.

وكان الدكتور حسين العطفى، وزير الموارد المائية والرى الأسبق، قد أبدى - حين توليه مهام الوزارة - تحفظه، وبرر هذا الرفض بأنه يتفق مع القواعد والقوانين الدولية المنظمة للأنهار المشتركة، وذلك تفاديًا لحدوث نزاعات بين الدول المتشاطئة، وهي الدول المشاركة في النهر.



هذه التصريحات الحكومية، رد عليها المهندس إبراهيم الفيومى، رئيس شركة ساركو - التى نجحت فى توقيع بروتوكولات التعاون مع حكومة كينشاسا فى عدد من مشروعات التنمية - حيث نفى أن يكون القانون الدولى عائقًا لتنفيذ المشروع، مؤكدًا أن الاتفاقيات الدولية الخاصة بالأنهار لم تتضمن الأنهار الوطنية، ومنها نهر الكونغو، والذى لا تشارك فيه الكونغو أى دولة أخرى؛ لأنه ينبع منها ويصب فى المحيط.

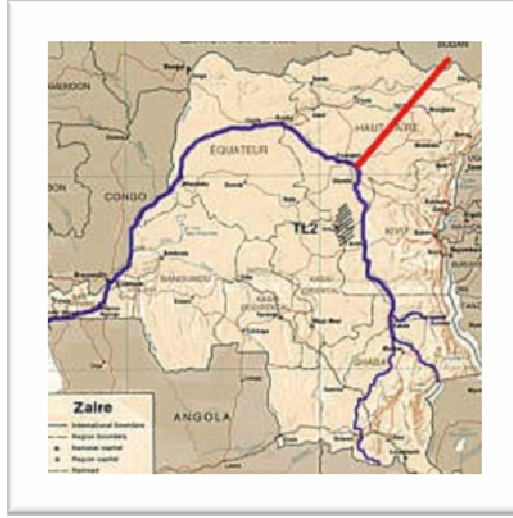
ونحن هنا يمكننا الرد على هذا التحفظ فى الآتى:

1- نهر الكونغو نهر محلى، ولا تشاركها فيه أية دول أخرى، وهذه الدولة بها 50% من مياه إفريقيا (راجع اتفاقيات الأنهار بالعالم من 1891).

2- لا يوجد بند واحد فى القانون الدولى أو فى اتفاقيات دول حوض النيل، يمنع إقامة ذلك المشروع إلا فى حالة واحدة، إذا عارضت أو رفضت دولة الكونغو المشروع .. بل على العكس، هناك بند فى القانون الدولى يسمح للدول الفقيرة مائياً - مثل مصر - أن تعلن فقرها المائى، من خلال إعلان عالمى، وفى تلك الحالة يحق لمصر سحب المياه من أية دولة حدودية أو متشاطئة معها، غنية بالمياه (والكونغو وافقت مبدئياً على فكرة المشروع، ولم تبدِ أى اعتراض؛ لأن استفادة الكونغو ستفوق الاستفادة المصرية).

3- نهر الكونغو لا يخضع للاتفاقيات الدولية.

(والخريطة التالية توضح أن نهر الكونغو ينبع ويصب في حدود دولة الكونغو)



قال الدكتور محمد عبد النعيم، رئيس المنظمة المتحدة الوطنية لحقوق الإنسان إن أفضل رد على بناء سد النهضة الإثيوبي هو تحويل مصب نهر الكونغو، والذي يلقي 1000 مليار متر مكعب سنوياً في المحيط الأطلسي، ويمكننا تنفيذ ذلك المشروع بالتعاون مع السودان والكونغو، ونقوم بربطه بمشروع منخفض القطارة، وأشار نعيم أن هذا المشروع سوف يقوم بتوفير 95 مليار متر مكعب في السنة الأولى فقط للمشروع، وهو ما يساوي أضعاف الإيراد الحالي، بالإضافة إلى الكهرباء المضاعفة التي سوف تولد من السد العالي، وزراعة ملايين من الأفدنة الزراعية في مصر، فضلاً عن تشغيل الأيدي العاملة، والنهوض بالزراعة المصرية، والاكتفاء الذاتي في معظم المحاصيل الزراعية.



اللون الأزرق: نهر النيل.

اللون الأصفر: نهر الكونغو.

اللون الأحمر: الوصلة بين النهرين (خريطة توضح الوصلة المقترحة بين نهري النيل والكونغو).

### مشروع منخفض القطارة:

هذا المشروع شغل علماء العالم .. وحاول تنفيذه سرى باشا .. وبهره جمال عبد الناصر .. واعتبره السادات مشروعًا قومياً. هذا المشروع عمره 100 عام، ولفوائده العظيمة أراد كل حكام مصر تنفيذه، من سرى باشا 1913 إلى جمال عبد الناصر عام 1959، ثم أنور السادات عام 1973، لكن المخابرات الأمريكية - ومن ورائها إسرائيل - حاربت، ومنعت بيوت الخبرة العالمية من تنفيذه ..

وهناك مقترحان للاستفادة من هذا المنخفض .. لكن قبل ذلك نتعرف على تضاريس ذلك المنخفض:

تعتبر طوبوغرافيا منخفض القطارة أكبر منخفض أرضي تحت منسوب سطح البحر في العالم، وتساهم تضاريسه في تحويله إلى بحيرة هائلة لم يشهد لها الإنسان مثيلاً في العالم. فالمنخفض يمتد بطول نحو 300 كيلومتراً من واحة مغرة جنوب العلمين، بمسافة نحو 53 كيلو



## فكرة المشروع:

### المقترح الأول:

كان هذا المشروع محل دراسات عديدة، منذ أن اقترحه العالم الألماني بنك عام 1927، ويقوم المشروع على فكرة حفر قناة أو نفق بين البحر الأبيض المتوسط عند العلمين إلى شرق المنخفض؛ بغرض ملء المنخفض بمياه البحر خلال فترة من الزمن، مع استغلال الفرق بين منسوب سطح الماء في المنخفض بعد ملئه بعمق متجانس، وبين منسوب الماء في القناة أو النفق؛ لتوليد الكهرباء، وإنشاء مجتمعات عمرانية سكنية وسياحية وخدمية وصناعية متكاملة وزراعة أغلبية مساحة الصحراء الغربية.

لا شك أن مشاريع تخزين مياه البحر في المنخفضات الطبيعية تُعدُّ من المشاريع الإستراتيجية ذات العوائد الاقتصادية المرتفعة جدًّا. وهذا الانخفاض هو الذى رُشِّح المنطقة لتكون محل اقتراح لمشروع تخزين لمياه البحر الأبيض المتوسط في المنطقة؛ لتكوين بحيرة سمكية، ومتعددة الأغراض، ذات جدوى اقتصادية كبيرة، وكما تدل عليها الدراسات العلمية العالمية المتخصصة، فقد بدأ مشوار اقتراح مشروع منخفض القطارة في عام 1916، بدراسة أعدها البروفيسور هانز بنك أستاذ الجغرافيا في جامعة برلين .. ويقترح المشروع منطقة شديدة الانخفاض عند مارينا، بالقرب من مدينة العلمين .. ثم تلاه البروفيسور جون بول - وكيل الجمعية الملكية البريطانية - الذى نشر دراسة عنه في عام 1931 .. وفى العام نفسه لم يتردد حسين سرى باشا - وكيل وزارة الأشغال - فى عرضه أمام المجمع العلمى المصرى.

ويتلخص المشروع فى شق مجرى مائى بطول 75 كيلو مترًا، تندفع فيه مياه البحر المتوسط إلى المنخفض الهائل، الذى يصل عمقه إلى 134 مترًا تحت سطح البحر .. فتتكون بحيرة صناعية تزيد مساحتها على 12 ألف كيلو متر مربع.



1- من شدة اندفاع المياه يمكن توليد طاقة كهربائية رخيصة، تصل إلى 2500 كيلووات/ ساعة سنويًا، توفر 1500 مليون دولار، ثمن توليدها بالمازوت .. ويستخدم المطر الناتج عن البحر في زراعة ملايين الأفدنة التي تحتاج شمة ماء كي تبوح بخيراتها.

إِلَّا أَنْ الْمَشْرُوعَ تَوَقَّفَ لَعَدَّةِ أَسْبَابٍ:



- 1- عدم وجود مصادر تمويلية كافية للمشروع، والذي يحتاج إلى رصد موازنة ضخمة بالنسبة لدولة غير نفطية.
  - 2- وجود الحاجة في ذلك الوقت للقيام بتفجيرات نووية ضمن أعمال الحفر؛ لوجود سلسلة من الحواجز الطبيعية؛ مما أدى إلى قيام بعض دول الجوار بالاعتراض على المشروع، مع العلم أن الحاجة إلى الاستخدام النوى قد زالت الآن؛ بسبب تطور أساليب ومعدات الحفر التقليدية.
  - 3- هناك تخوف بسيط من تسرب المياه المالحة إلى المخزون الجوفي لمنطقة المشروع بقرب واحة "سيوة"؛ باعتبار تلك المنطقة تُعدُّ منطقة زراعية نسبيًا.
- وعلى الرغم من البساطة التي تبدو في إجراءات تنفيذ المشروع من حيث المبدأ، إلا أن تعقيدات شكلية وموضوعية حالت دون تنفيذ هذا المشروع حتى الآن (يمكن تنفيذ هذه الفكرة في حال زيادة منسوب مياه البحر لدرجة تعرض المناطق الساحلية للغرق).



(خريطه توضح المقترح الأول لمشروع منخفض القطارة بتوصيل مياه البحر للمنخفض لتوليد الكهرباء)



## المقترح الثاني:

يتلخص في ربط هذا المنخفض بمنخفض توشكى، عن طريق قناة مفتوحة، أو خط أنابيب لتوصيل مياه النيل (مياه عذبة)، القادمة من نهر الكونغو على النحو التالي:

أولاً: شق قناة تصل نهر الكونغو بأحد روافد نهر النيل بالسودان، ثم إنشاء مجرى مائي جديد بداية من بحيرات توشكى، يصب في النهاية في المنخفض، مغطى بالكامل بالخلايا الشمسية؛ لتقليل كمية البحر، والاستفادة بالكهرباء النظيفة.

ويمكن نقل المياه في خطوط أنابيب، تضمن سهولة التحكم في حصة المياه المتداولة .. وأيضاً تمنع فقدان مياه منها في التسرب الأرضي أو البحر، فيما لو اعتمد المشروع على شق ترع مفتوحة لنقل مياه النيل .. هندسياً يمكن استخدام خط أنابيب أرضي لا يتطلب تمهيداً أرضياً للمسافة؛ لأن المجرى المائي المفتوح لا يكون إلا في أرض ممهدة، تتطلب وقتاً وجهداً ومالاً.

## ثانياً:

1- إقامة عدة سدود على طول النيل وعند نقطتي البرزخ بفرعي دمياط ورشيد (نقاط التقاء مياه النيل بالبحر الأبيض)؛ لوقف إهدار المياه في البحر.

2- ربط فرع رشيد بمنخفض القطارة، عن طريق ممرات نهريّة، وتستغل الجبال العالية في خلق هذه الممرات بصورة طبيعية؛ حيث يتم ضخ المياه إلى قمم الجبال؛ لتكتسب من سقوطها قوة دفع، تمكنها من خرق الممرات (أشبه بمعالجة الساتر التراي في حرب أكتوبر). فقط علينا نقل الطفلة إلى قمم هذه الجبال، وخلطها بالماء؛ لنقل من الماء المتسرب أسفل الرمال، وذلك في المراحل الأولية فقط. ولا يمنع هذا من التحكم في الممرات، باستخدام الحفارات والآلات المخصصة لذلك.

بعد ربط النيل بالمنخفض، يتم إنشاء أكبر مزرعة سمكية في العالم، وإقامة منتجعات سياحية، ومدن عمرانية وصناعية وزراعية على أطراف هذا المنخفض، ناهيك عن محطات الكهرباء وتحلية المياه؛ مما يسهم - بشكل فاعل - في إعادة التوزيع العمراني، واستيعاب كم هائل من القوى البشرية المعطلة، وإنشاء أكبر قاعدة استثمارية عرفها العرب في تاريخهم.

3- ربط فرع دمياط بترعة السلام، عن طريق توسيع الترعة، وربط هذه الترعة بعدة بحيرات صناعية على سفوح الجبال داخل سيناء؛ لتخزين مياه السيول؛ للاستفادة منها أيضاً، وإقامة مدن عمرانية وصناعية وزراعية حول المجرى والمصب؛ مما يسهم بشكل فاعل في تعمير سيناء.

## ملحوظة:

غير صحيح أن ملء المنخفض بالمياه سيتسبب في حدوث زلازل؛ لأن منخفض القطارة - بصفة خاصة - بعيد كل البعد عن الأحزمة الزلزالية، والصخور تحته ثابتة جيولوجياً منذ ملايين السنين. كما أن المنخفض تكون بأكمله من نشاط الرياح، منذ انحسرت عنه المياه منذ نحو ٦١ مليون سنة، وليست هناك شروخ تحت المنخفض إطلاقاً، وضغط المياه المالحة على أرضية المنخفض ليس جديداً؛ لأن المنخفض كان ممتلئاً بالفعل بالمياه من قبل.



(خريطة توضح المقترح الثاني لمشروع منخفض القطارة، بتوصيل منخفض توشكى بمنخفض القطارة، عن طريق قناة مفتوحة، أو خط أنابيب؛ لتوصيل مياه النيل الواصلة عن طريق نهر الكونغو).

وهنا يمكننا تنفيذ ممر التنمية الذي اقترحه عالمنا الكبير فاروق الباز؛ لأنه في هذه الحالة سوف يمر من المسار نفسه الذي تم اقتراحه لممر التنمية، والذي يدفعنا لتنفيذ ذلك الممر فوائده العديدة والتي يمكن حصرها في التالي:

1- يمر وطننا بمرحلة دقيقة، يواجه فيها تحديًا غير مسبوق، تتعدد وتشابك مكوناته، وهو التحدي الذي يتجلى على كافة الأصعدة الاقتصادية والاجتماعية والثقافية؛ فعلى الصعيد الاقتصادي تتبدى أعراض الأزمة في العديد من المظاهر، مثل:

- التدهور المستمر في المستوى المعيشي لمعظم فئات الشعب.
- اتساع الفجوة الغذائية بين ما ننتج وما نستهلك.
- ارتفاع نسبة البطالة في حجم قوة العمل، وتسارع معدلات زيادتها.
- تجاوز مؤشرات التلوث البيئي لكافة المعايير المتعارف عليها عالميًا.
- الانخفاض المستمر في نصيب الفرد من الموارد الطبيعية، خاصة الأرض والمياه.

بينما على الصعيد الاجتماعي :

- 1- سوء توزيع سكان مصر؛ حيث يوجد أكثر من ربع السكان في مدينتي القاهرة والإسكندرية وتنحصر بقية السكان في شريط وادي النيل الضيق.
  - 2- انتشار المناطق العشوائية، بكل ما تعنيه وتؤصله من سلبيات.
  - 3- تفشى القيم السوقية والنفعية بين أجيال الشباب، الذي ضاع حلمه وفقد أمله في غد أفضل، وضعف انتماءه للوطن، وتعلق بالحلول التي تأتي من خارجه.
  - 4- انتشار الرؤى السلفية لوضع دور المرأة في المجتمع.
  - 5- تفشى ظاهرة الإدمان بين فئات الشعب، وخاصة الشباب منهم.
  - 6- الهجرة الاضطرارية لعائل الأسر، وما يترتب عليه من تشوهات في بيئة الأسرة المصرية
- أما على الصعيد الثقافي:

- 1- الانقسام والتباعد بين ثقافة الصفوة وثقافة العامة.
- 2- شيوع الأفكار والتيارات اللاعقلانية في المجتمع المصري، والتي تفرز ظواهر اجتماعية شاذة؛ كظاهرة الإرهاب.
- 3- تشتت القدرات العلمية داخل الوطن، وتبعثرها خارجه.

لهذا لا يمكن أن يتغير الوضع الحالي بين عشية وضحاها؛ لذا يحتاج التفكير في مستقبل مصر إلى بعد نظر، فالمهم أن يكون هناك مخطط يعمل على تحريك الشعور بالمواطنة في عقل

وقلب كل مصرى ومصرية. ينمو ذلك عندما يؤمن السواد الأعظم من الناس بأن قادتهم يعملون للصالح العام أولاً وأخيراً.. إذا يلزمنا إعداد مشروع بالمواصفات التالية:

- 1- يفهم مقصده كل الناس.
- 2- له مخطط زمنى محدد، نعلم بدايته ونهايته.
- 3- يستطيع كل فرد أن يرى فيه مكاناً أو خيراً؛ إما له شخصياً أو لأبنائه أو للآخرين.
- 4- يجب أن يتيح هذا المخطط الاستخدام الأمثل لعقول الناس وسواعدهم وقدراتهم؛ لكي يؤمن الجميع به، ويشعر كل فرد بأن له دور مهم فى إنجاحه.

#### الغرض من الممر:

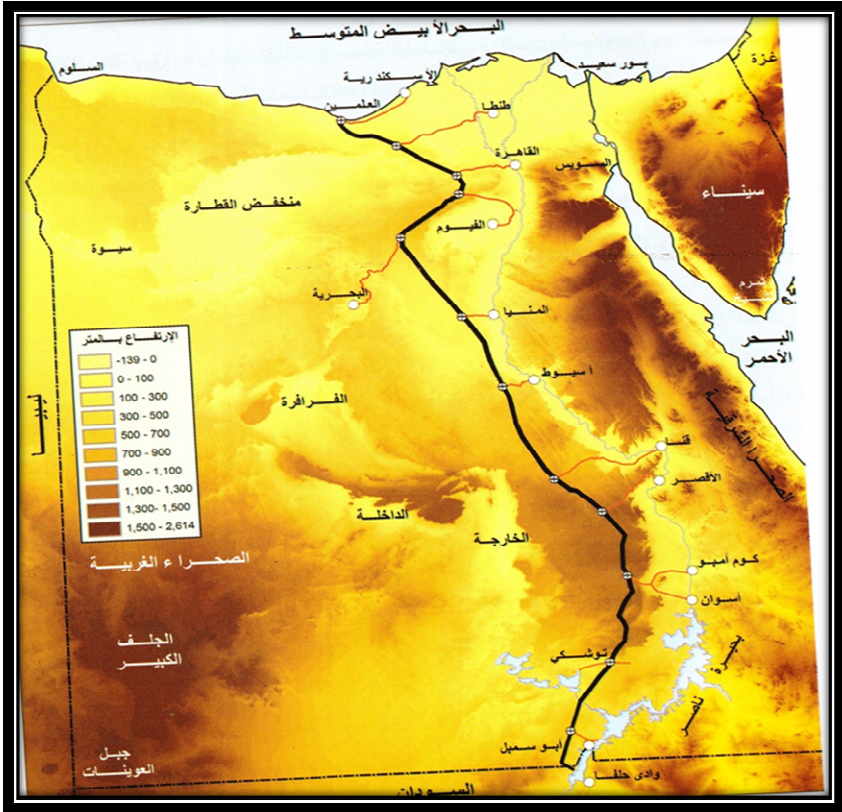
الاستخدام الأمثل للجزء المتاخم لودى النيل والدلتا من صحراء مصر الغربية.  
تمهيد الطريق أمام الأجيال الصاعدة للنهوض بالوطن.

#### دعائم المشروع:

- 1- طريق رئيس، يعتبر المحور الأساسى للسير السريع بمواصفات عالمية، يبدأ من غرب الإسكندرية حتى حدود مصر الجنوبية، بطول 1200 كم.
- 2- اثنا عشر محوراً عرضياً، تربط الطريق الرئيس بمراكز التجمع السكاني على طول مساره؛ مما يضيف ظهيراً صحراوياً لعدد من المحافظات التى تعاني من الاختناق، على ألا يسمح إطلاقاً بالبناء العشوائى.

1- شريط سكة حديد للنقل السريع بموازاة الطريق الرئيس.

والخرائط التالية توضح مدى تطابق ممر التنمية مع المقترح الثانى لمشروع منخفض القطارة



## مزاي المشروع:

- 1- الحد من التعدى على الأراضي الزراعية.
- 2- فتح مجالات جديدة للعمران بالقرب من أماكن تكدس السكان.
- 3- إعداد عدة مناطق لاستصلاح الأراضي غرب الدلتا ووادي النيل.
- 4- توفير مئات الآلاف من فرص العمل في مجالات الصناعة والزراعة والتجارة والمعمار.
- 5- تنمية مناطق جديدة للسياحة والاستجمام في الصحراء الغربية.
- 6- الإقلال من الزحام في وسائل النقل، وتوسيع شبكة الطرق الحالية.
- 7- ربط مناطق توشكى وشرق العوينات ووحدات الوادي الجديد بباقي مناطق الدولة خلال وسيلة سريعة وآمنة.
- 8- خلق فرص جديدة لصغار المستثمرين للكسب من مشاريع في ميادين مختلفة.
- 9- مشاركة شريحة واسعة من الشعب في مشاريع التنمية؛ مما ينمي الشعور بالولاء والانتماء.
- 10- خلق الأمل لدى الشعب المصري في تأمين مستقبل أفضل.

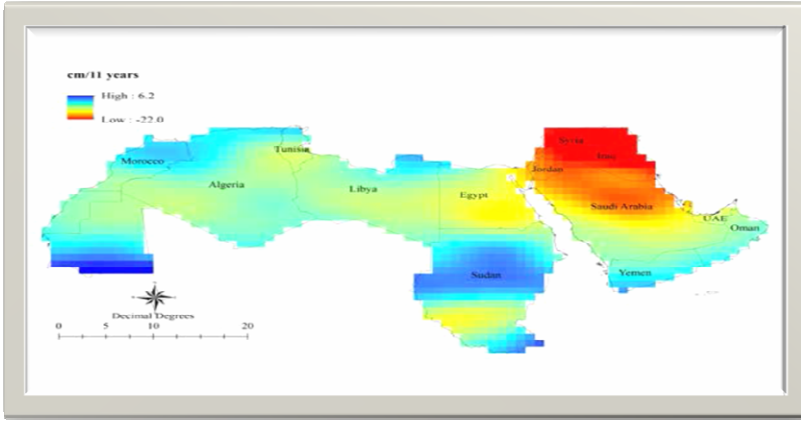
## شروط التنفيذ:

- 1- أن تكون جميع العمالة في هذا المشروع من المصريين.
- 2- تقسيم المشروع على أكبر عدد من الشركات المنفذة، على أن تخصص لكل شركة مساحة معينة، تقوم بتنفيذها في زمن معين؛ لضمان سرعة الانتهاء من هذا المشروع.
- 3- أن تتضمن عقود هذه الشركات جدول زمني للتنفيذ، وشرط جزائي، ينفذ عند الإخلال بهذا الجدول.

### الدور الحيوى للأقمار الصناعية لرصد الأرض فى مراقبة الموارد المائية والزراعة فى منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا؛

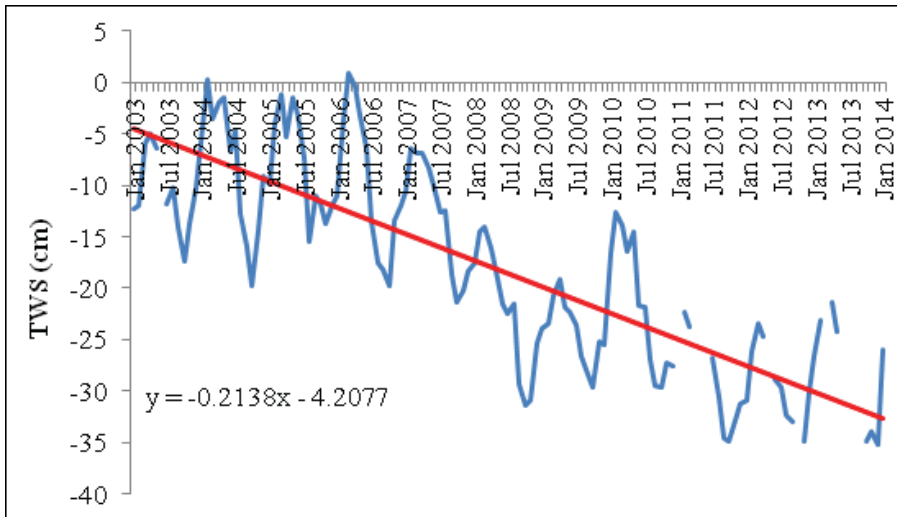
يمكن للأقمار الاصطناعية أن تساعد في مجالات رصد الأرض في بعض مجالات إدارة الموارد الطبيعية، وإحدى مهام أقمار الرصد تتمثل بنظام القمر الاصطناعي لتغطية حقل الجاذبية، واختبار المناخ (جرايس)؛ حيث يقيس نظام هذا القمر استشعار التفاوتات المدارية الناجمة عن التغيرات في حقل جاذبية الأرض، والمرتبطة مباشرة بالتغيرات في مخزون المياه

الجوفية؛ حيث يوفر نظام جرايس بيانات حول التباينات في مخزون المياه الجوفية، والتي يعجز خبراء المياه عن حسابها، كما يتيح لهم تحديد كمية مخزون المياه الجوفية، وتكشف نتائج منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا عن أن مخزون المياه الجوفية التي رصدها نظام جرايس، قد احتسبت وطبقت من يناير 2003 حتى يناير 2014.



خريطه تظهر تغير مخزون المياه الجوفية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (2003 – 2014)

ثم أعدت خريطة تبين التغيرات مقارنة بالقيم المتوسطة المسجلة (الخريطة التالية)، التي تظهر تراجعاً في مخزون المياه الجوفية بمعدل 257 سم / سنة، وقد لا تبدو هذه النسبة كبيرة، ولكنها تعبر عن ضخامة كمية المياه المهدرة، وتشير مجموعة الصور التي التقطها نظام جرايس إلى أن النسب الأعلى في التراجع موجودة في مصر والسعودية؛ مما ينذر بنشوء مشاكل ندرة المياه بالمنطقة.



خريطة تظهر تغير مخزون المياه الجوفية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (2003 – 2014)

مشروع بناء القدرات واستخدام تكنولوجيا الفضاء ونظم الاستشعار عن بعد في  
تحسين الإدارة المائية بالمنطقة العربية؛



يعقد المجلس العربي للمياه بالقاهرة ورشة العمل الإقليمية لمشروع بناء القدرات واستخدام  
تكنولوجيا الفضاء ونظم الاستشعار عن بعد، في تحسين الإدارة المائية بالمنطقة العربية،



بالتعاون مع البنك الدولي، والوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، والوكالة الأمريكية لعلوم الفضاء "ناسا"، ومرفق البيئة العالمية.

وقال الدكتور محمود أبو زيد، رئيس المجلس العربي للمياه، إنه سيتم - خلال فعاليات الورشة - عرض تصور مفصل عن نتائج وتوصيات المرحلة الأولى للمشروع، الذي يعد الأول من نوعه على المستوى الإقليمي في المنطقة، والذي يستهدف استخدام تطبيقات تكنولوجيا الفضاء والاستشعار عن بعد، في إدارة الموارد المائية وخزانات المياه الجوفية، وتحديد موجات الحرائق، والجفاف، والفيضانات، وتحديد أماكن توافر المياه العذبة وكميات البحر في 5 دول عربية، هي تونس والمغرب ولبنان والأردن ومصر.

كما سيتم وضع رؤية مستقبلية لتعميم المشروع في كل البلدان العربية مستقبلاً، والإعداد لتنفيذ المرحلة الثانية منه، في ضوء النجاح الذي تحقق. والمشروع يتم تمويله من البنك الدولي وصندوق البيئة العالمي بنحو 40 مليون جنيه مصري، موضحاً أن هذا المشروع يقوم على استقبال وتحليل الحرائط عن طريق الأقمار الصناعية، والاستعانة بأدوات الاستشعار عن بعد؛ لمراقبة الجفاف وتخزين المياه الجوفية للزراعات ومراقبة الفيضانات.

وأوضح أن تدهور نوعية المياه يؤثر على مجموعة واسعة من الأنشطة الاقتصادية، وخسائر بمليارات الدولارات سنوياً بالمنطقة العربية، مبيّناً أن تناقص كميات المياه العذبة المتاحة، وتدهور الأراضي، والإضرار بكثير من الأنظمة البرية والبحرية والبيئية، تطلب تنفيذ التفكير في تنفيذ هذا المشروع الإقليمي، لتطبيقات التكنولوجيا المتطورة في إدارة استخدامات المياه في الزراعة والرى، ومواجهة ندرة المياه العذبة في المنطقة العربية، التي تمثل مشكلة تتزايد حدتها وتأثيرها الكبير على الزراعة والبيئة والإنتاج الزراعي، وإمدادات المياه المستدامة للسكان، الذين يتزايدون بأعداد كبيرة في المناطق الحضرية.

وأشار إلى أن استخدام الأقمار الصناعية وأدوات الاستشعار عن بعد، يعطى بيانات أكثر دقة عن مواقع وإمدادات المياه وتدفقات الأنهار ومستويات الخزانات الأرضية، وهو ما يضمن للجهات المعنية والحكومات اتخاذ قرارات أكثر استنارة، حول كيفية استخدام المياه المتاحة لديها، وكيفية إدارة الموارد على نحو أكثر استدامة، علاوة على أنها غير مكلفة مقارنة بالقياسات المحلية.

### مشكلات مائية بيئية ناتجة عن شح المياه:

حصدت المملكة العربية السعودية جائزتي أفضل منظمة تحلية مياه في العالم، وأفضل محطة تحلية مياه في العالم، ممثلةً في محطة تحلية "رأس الخير"، وذلك ضمن جوائز قمة المياه العالمية GWS.

وتبلغ الطاقة الإنتاجية للمحطة 1.025 مليون متر مكعب من المياه المحلاة يوميًا، تنتج بتقنية التقطير الوميضي متعدد المراحل بنسبة 70 ٪ من إنتاج المشروع، فيما تنتج تقنية التناضح العكسي ما نسبته 30 ٪ من إنتاج المشروع. وتعمل المحطة على توليد الطاقة الكهربائية عبر ست مجموعات، تتكون الأولى من وحدتي توربينات غازية ذات الدورة المفتوحة، والمجموعة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة والسادسة، تتكون من مجموعات مركبة ذات توربينات غازية (10 وحدات)، وتوربينات بخارية (5 وحدات)، بطاقة تصديرية إجمالية تبلغ 2400 ميغاوات، كما يشمل المشروع محطة التحويل 380 كيلو فولتًا، تم ربطها أخيرًا بالشبكة الوطنية للكهرباء.

### المخاطر المحتملة من تحلية مياه البحر:

لا شك أن طبيعة المياه المحلاة وخصائصها لا تضاها تمامًا المياه الطبيعية العذبة؛ لأن المياه المحلاة تنتج من عمليات تنصف بالسرعة، تحت ضغوط عالية، وباستخدام طاقات هائلة حرارية أو ميكانيكية أو كهربائية، ويتم تصفيتها وتعقيمها بمواد كيميائية وإشعاعية، كما أنها - في خلال ذلك - تفقد ما فيها من أملاح معدنية نافعة وأكسجين، وتمر بأوعية معرضة للتفاعل الكيميائي مع المياه، منتجة موادًا ضارة، تذوب في المياه المحلاة .. إلى جانب ذلك، فإن المياه المحلاة خالية تمامًا من الأكسجين، أي أنها مياه ميتة، تحتاج إلى سبل لإنعاشها، ويمكن تقسيم تلك المخاطر إلى:

#### أولاً: المخاطر المحتملة للمياه المحلاة على صحة الإنسان:

1- استخدام مياه شرب فيها نسبة كبيرة نسبياً من المعادن الثقيلة يؤدي إلى الفشل الكلوي، وأنواع من السرطان.

2- هناك شوائب معدنية سامة، مثل البورون والبرومين، تؤثر على الأجهزة التناسلية والأجنة؛ ولذا لا يجب أن تزيد نسبة المادتين في المياه المحلاة عن (0,5 مللجرام / لتر) للبورون، وعن (0,2 مللجرام / لتر) للبرومين.

3- وجود سبائك النيكل - رغم أنه من العناصر الغذائية للإنسان - في مياه الشرب، يعرض الإنسان إلى أمراض، تتراوح بين التهابات الجلدية إلى سرطان الرئة، ووجوده في حضرة ثاني أكسيد الكربون، يؤدي إلى تكوين مادة كربونيل النيكل، الذي قد يؤدي إلى الموت.

4- وجود الفلورا المقاومة للحرارة (أنواع من البكتريا) في مياه الشرب، قد يعرض الإنسان إلى العديد من أمراض الجهاز الهضمي العارضة.

5- غياب الأملاح المعدنية التي يحتاجها الجسم لنشاطه الحيوي من مياه الشرب، يؤدي إلى الخمول والاكتئاب (رغم إضافة بعض الأملاح للمياه المحلاة؛ فقد لا تكون كافية).

6- هناك احتمال بأن شرب المياه الميتة (لا تحتوي على الأكسجين) قد يؤدي إلى السرطان أو الموت البطيء، وفي أحسن الاحتمالات تؤدي إلى اضطرابات في الخلايا الممتصة للمياه، وفي الجهاز الهضمي.

7- التغير الطارئ على تركيب بنية المياه، يؤدي إلى إنتاج الشقوق الحرة (free radicals) في الجسم، رغم أن تلك التركيبات الكيميائية المعقدة قصيرة للغاية (لا تتعدى ميكروثانية)، فهي المسؤولة عن بداية تكوين الأورام الخبيثة.

### ثانياً: مخاطر محطات التحلية على البيئة:

1- هناك العديد من الآثار السلبية لهذه المحطات على البيئة، وخاصة البيئة البحرية؛ حيث يظهر بعضها عند بداية تشييد المحطة على الشاطئ؛ حيث يتم تغيير صفة استعمال الأراضي في تلك المنطقة.

2- المياه التي تلفظها محطات التحلية كنفائات، تبلغ ما بين 45 - 50% من كمية المياه التي تغذى المحطة، وهذه المياه المرفوضة يكون تركيزها عادة ما يقارب ضعف تركيزها في مياه البحر، بالإضافة إلى أن الأملاح في المياه الراجعة تحتوي على معظم المواد الكيميائية والمواد الصلبة الذائبة في المياه، والمواد العالقة الناتجة من غسيل المصافي والمخثرات، مثل كلوريد الحديد وأحماض البولي إكربليك، المستخدمة للحد من التقشير والكلورين، بالإضافة إلى المواد الكيميائية المستخدمة للقضاء على الكائنات الحية الدقيقة في معالجة المياه.

3- ارتفاع درجة حرارة المياه الراجعة إلى البحر محملة بكميات من المواد الكيميائية العضوية، يعمل على خفض كميات الأكسجين المذاب في مياه البحر، واللازم لتنفس الكائنات البحرية؛ مما يؤدي إلى فنائها أو هجرتها، والتأثير على التنوع الحيوي.

4- تعمل المياه الراجعة إلى البحر على زيادة تركيز ملوحة مياه البحر في منطقة مخرج المحطة والمناطق المحيطة، خاصة في وجود معدلات تبخر عالية؛ مما يؤثر على بعض الأحياء المائية التي لا تحتمل الملوحة الزائدة.

5- هناك مركبات ذات أثر سام، مثل الكلورين ومشتقاته التي تستخدم في عمليات تطهير المياه، وكذلك هناك احتمال لظهور مركبات (التراي هالوميثان)، والتي تتكون نتيجة تفاعل الكلورين مع المواد العضوية، وهي ذات أثر مسرطن إذا ما تواجدت بتركيز معين.

6- المياه الراجعة تحتوي على بعض المعادن الناتجة عن الصدأ والنحر، وهي ذات أثر سام؛ حيث تتراكم في أجساد الحيوانات البحرية، وقد تصل إلى الإنسان من خلال السلسلة الغذائية.

7- الأحماض الكيميائية المستخدمة عادة لغسيل الغلايات، وأنابيب التكثيف لإزالة الرواسب، التي تتكون نتيجة عملية التقطير، والتي يجري تصريفها إلى البحر، عادة ما تعمل على خفض درجة الحموضة لمياه البحر، وتحويلها إلى وسط غير مناسب لنمو بعض الكائنات البحرية. وأخيراً، إن المعرفة الدقيقة للأضرار التي تنجم من المياه المحلاة على صحة المستهلكين، أو المخاطر الناجمة على البيئة، لا يعنى عدم القدرة على تلافي تلك الأخطار؛ بل قد تكون حافزاً على ابتكار تقنيات جديدة لمعالجة تلك المشاكل، على سبيل المثال:

1- نقص الأملاح المعدنية المفيدة في المياه المحلاة، يستلزم إضافة أملاح معدنية، وهذا هو الجارى تنفيذه.

2- غياب الأكسجين في المياه المحلاة، يتطلب تهوية المياه، كما يجري الآن في محطات التحلية، أو ضخ الأكسجين في صهاريج المياه، أو استخدام الأوزون في تعقيمها.

3- وجود معادن ثقيلة في المياه المحلاة قد يتطلب إضافة مرحلة جديدة؛ للتخلص من تلك المعادن، كما يمكن فصل المياه الثقيلة.

- 4- وجود البكتيريا المقاومة للحرارة، وأخرى مصاحبة للصدأ، يستلزم تقنية خاصة للتخلص منها.
- 5- ارتفاع درجة حرارة المياه الخارجة، يستلزم إدخال مرحلة تبريد.
- 6- التغير في بنية المياه، يتطلب تجميد المياه المنتجة، ثم صهرها لعودة بنيتها الطبيعية.
- 7- إجراء تحاليل على المياه المنتجة بصفة مستمرة؛ لتلافي المخاطر الصحية على الإنسان.

\* \* \*

## الفصل الثاني

### الزراعة بدون تربة

تزرع النباتات في البيوت المحمية تقليدياً ومباشرة في التربة؛ حيث توفر التربة الدعم للنباتات، وكذلك يستفيد المجموع الجذري للنباتات من مخزون التربة من المياه والعناصر الغذائية. وعند توفير هذا الدعم والعناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات، فإنه يمكن للنباتات أن تنمو بصورة طبيعية .. وعلى هذا الأساس بنيت فكرة الزراعة بدون تربة، والتي يمكن أن تعرف بأنها زراعة النباتات بدون استخدام التربة الطبيعية كوسط لنمو النباتات، أى المقصود بمفهوم الزراعة بدون تربة هو زراعة وتربية وإنتاج النباتات في أوساط أخرى غير التربة العادية؛ حيث تشتمل هذه الأوساط على بيئة المحلول الغذائي (الزراعة المائية) أو الحصى أو الرمل أو البيرليت أو الفورموكوليت، كذلك قد تشتمل على خليط من كل هذه المكونات أو بعضها. وتعود فكرة زراعة النباتات في محلول مغذى في التجارب الزراعية إلى القرن السابع عشر؛ حيث يعود الفضل في تقدم أبحاث تغذية النباتات إلى استخدام الزراعة الرملية والمائية. بعد ذلك بدأت محاولات تطوير هذه الأنظمة للعمل بها في نظام تجارى، فكانت أول محاولة معروفة للعالم Gerike عام 1930م؛ حيث استطاع تنمية النباتات في محلول مغذى، وبدون استخدام بيئة صلبة.

ظهرت بعض الصعوبات لهذا النوع من الزراعة، ولكن استمر تطوير نظم الزراعة بدون تربة، باستخدام البيئات الصلبة، مثل الرمل؛ حيث تم إنتاج بعض المحاصيل بهذه الطريقة، ولكن لم تستطع هذه الطريقة الصمود أمام المنافسة الشديدة لطرق الزراعة الأخرى؛ حيث ظهرت أنواع أخرى من البيئات التي يمكن استخدامها في نظم الزراعة بدون تربة.

### أنظمة الزراعة بدون تربة :

تستخدم في بعض الأحيان اصطلاح "هيدروبونك" (Hydroponic) كمرادف لكلمة الزراعة بدون تربة، ولكن حاول بعض الباحثين تصنيف أنظمة الزراعة بدون تربة حسب بيئات الزراعة المستخدمة، ويمكن التفريق بين المصطلحين حسب ما ورد في كتاب أنظمة الزراعة بدون تربة للمحاصيل البستانية، الصادر من منظمة الأغذية والزراعة، التابعة للأمم المتحدة عام 1990م، كما يلي:

يطلق مصطلح هيدروبونك Hydroponic على أنظمة الزراعة في محاليل مغذية، بدون استخدام بيئات صلبة، بالإضافة إلى استخدام بيئات صلبة خاملة، أما مصطلح الزراعة بدون تربة Soilless culture فهو يشمل جميع الأنظمة السابقة، بالإضافة إلى نظم الزراعة، باستخدام بيئات صلبة عضوية.

ومن أهم أنظمة الزراعة بدون تربة المستخدمة تجارياً وعلى نطاق واسع، الأنظمة التي لا تستخدم بيئات صلبة للزراعة:

#### أولاً: نظام الشريحة المغذى (Nutrient Film Technique NFT):

حيث يعتمد هذا النظام على زراعة النباتات في قنوات بلاستيكية، تصمم بانحدار محدد، بحيث ينساب خلالها المحلول المغذى على شكل طبقة رقيقة، تنمو فيها جذور النباتات؛ لذا يطلق عليها مزارع (الفيلم المغذى)، ثم يجمع المحلول المنصرف من نهاية هذه القنوات في خزان رئيس، ثم يعاد ضخه مرة أخرى إلى الطرف العلوى للقنوات بعد تعديل تركيز العناصر، وكذلك درجة الحموضة في المحلول المغذى، وفيها تنمو جذور النباتات في صورة حصيرة، حيث يكون الجزء السفلى من هذه الحصيرة مغموراً في المحلول المغذى، بينما الجزء العلوى رطب، ولكنه معرض للهواء؛ لإمداد النباتات بالأكسجين، وبالتالي فإن أسباب جعل المحلول المغذى في صورة فيلم للأسباب الآتية:

- 1- حل مشكلة التهوية التي تواجه الزراعات المائية.
  - 2- دفع النباتات الصغيرة إلى إطلاق جذورها سريعاً في المحلول المغذى.
  - 3- عدم الاحتياج إلى عمل تجهيزات قوية، مثل نظم المزارع الرملية أو الحصوية أو المحلول العميق.
- وقد يطلق عليها مزارع مائية دورانية أو أنظمة مغلقة .. وتتم هذه العملية آلياً في المشاريع التجارية، ومنها:

#### 1- الزراعة في المحاليل العميقة: Deep Water Culture

تزرع النباتات في هذا النظام في وسط يحتوى على الماء والعناصر الغذائية، بحيث تكون الجذور مغمورة في المحلول المغذى، بحيث يثبت الجزء العلوى من النباتات، ويربط بسقف البيت المحمي.

## 2- الزراعة في أحواض (برك) Floating Hydroponic Systems:

تزرع النباتات في أحواض عريضة مملوءة بالمحاليل المغذية، ويستخدم لتثبيت النباتات أغشية بلاستيكية على هذه الأحواض، وتستخدم هذه الأحواض - في الغالب - لزراعة الخضر الورقية.

### ثانياً: نظم الزراعة الهوائية Aero Panics:

تنمو جذور النباتات في هذا النظام بجو مشبع بالمحلول المغذي الذي يضخ في شكل ضباب (Mist) داخل المنطقة المغلفة لنمو الجذور.

### ثالثاً: نظم الزراعة باستخدام بيئات صلبة خاملة:

#### 1- المزارع الرملية: Sand culture

تنمو النباتات في بيئة من الرمل الخالص، وتروى بالمحاليل المغذية المكتملة.

#### 2- مزارع الحصى: Gravel Culture

تستخدم أحجام صغيرة من الحصى، تتراوح أقطارها من 1.6- 18 ملم كبيئة للزراعة، وتروى النباتات بالتنقيط أو بالرى تحت السطحي.

#### 3- مزارع الصوف الصخري Rockwool Culture:

تعتبر مزارع الصوف الصخري من النظم المفتوحة التي لا يعاد فيها استعمال المحاليل المغذية، ويصنع الصوف الصخري بتسخين الحجر الجيري وصخر البازلت معاً إلى درجة حرارة  $1600^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية؛ حيث ينصهران، ثم يتدفقان في جهاز يدور بسرعة عالية جداً، حيث يتكون من السائل المنصهر ألياف رفيعة، تضاف إليها مواد أخرى قبل أن تبرد؛ لتجعلها قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة. ومن صفات الصوف الصخري أنه لا يمد النبات بأي غذاء، ولا يدمص العناصر المغذية على سطحه، وهي مادة معقمة وعالية المسامية، ويستخدم في صورة وسائد أو مكعبات كبيئة لزراعة النباتات.

#### 4- مزارع البيرلايت Perlite Culture:

البيرلايت عبارة عن حبيبات بيضاء صغيرة، قطرها من (1: 5 ملم)، ناتجة عن تسخين صخور بركانية سيليكونية. يستخدم البيرلايت منذ زمن طويل كبيئة لإكثار النباتات وزراعتها



في بعض الأحيان، ويمكن استخدامه في نظم الزراعة بدون تربة في قنوات أو في أكياس توضع مباشرة على الأرض.

#### رابعاً: الزراعة في بيئات صلبة عضوية أو طبيعية:

##### 1- مزارع البيت Peat Culture:

يستخدم البيت الطبيعي بحيث يخلط مع العناصر الغذائية، ويعدل درجة الحموضة Ph، ويستخدم في نظم الزراعة بدون تربة بعدة طرق؛ إما أن يوضع في أكياس على الأرض مباشرة أو في قنوات، أو يخلط مع مواد أخرى.

##### 2- مزارع نشارة الخشب Sawdust Culture:

تستخدم نشارة الخشب منفردة، أو في مخاليط مع بيئات أخرى مثل الرمل، وقد استخدمت بنجاح في زراعة الخيار.

##### 3- لحاء الأخشاب والألياف النباتية Wood bark:

يمكن استخدام لحاء الأخشاب، وكذلك الألياف النباتية مثل ألياف جوز الهند Coconut fiber، أو ما يسمى بـ Coir كبيئات عضوية لزراعة النباتات.

#### مميزات وعيوب نظم الزراعة بدون تربة:

تتباين مميزات وعيوب أنظمة الزراعة بدون تربة على حسب النوع المستخدم، وملاءمة الظروف البيئية لذلك النظام، ويمكن تقسيم مميزات هذه الأنظمة كما يلي:

##### أولاً: مميزات عامة، وتشمل:

1- التحكم الدقيق في تغذية النباتات، مقارنة بالزراعة العادية؛ مما يساهم في زيادة كفاءة استخدام العناصر الغذائية والإنتاج.

2- خفض الاحتياجات للعمالة؛ وذلك نتيجة لعدم الحاجة إلى عمليات تحضير التربة العادية، مثل الحرث والتسوية وغيرها، وكذلك استخدام التحكم الآلي في عمليات الري والتسميد.

- 3- سهولة عملية الري، بحيث لا تتعرض النباتات لأى إجهاد مائى؛ نظراً لوصول المياه إلى جميع أجزاء بيئات الزراعة بصورة متماثلة.
- 4- سهولة تعقيم بيئات الزراعة وإعادة استخدامها، مقارنة بمتطلبات تعقيم التربة.
- 5- زيادة الإنتاجية للنباتات؛ وذلك بسبب تحسين عملية التغذية، والتحكم الدقيق بها، وكذلك عملية الري وتهوية الجذور.
- 6- إنتاج نباتات خالية من العناصر الثقيلة.
- 7- استخدامها في إكثار النباتات.
- 8- استخدامها في مجال التزيين الداخلى.

#### ثانياً: مميزات تحت الظروف الخاصة؛

لأنظمة الزراعة مميزات كبيرة في ظروف معينة، مثل الإنتاج الزراعى عندما تكون التربة غير صالحة للزراعة، حيث تُحْد أنظمة الزراعة بدون تربة التربة الطبيعية، ولا تصبح عائقاً أمام الإنتاج الزراعى، وخصوصاً في المناطق القريبة من التجمعات السكانية، كذلك التوفير الكبير لمياه الري المستخدمة؛ نتيجة لإعادة استخدام المحلول المغذى، أو للتحكم في بيئة الزراعة .. وتعتبر هذه إحدى المميزات النسبية لهذه الأنظمة في المناطق التى تقل بها كميات المياه اللازمة للزراعة.

#### ثالثاً: عيوب أنظمة الزراعة بدون تربة؛

- 1- زيادة تكاليف الإنشاء مقارنة بالزراعة التقليدية، ولكن يمكن تعويض ذلك من خلال زيادة كمية الإنتاج.
- 2- زيادة المتطلبات الفنية لإدارة هذه المشاريع، بحيث يحتاج العاملين في هذه المشاريع إلى معرفة فنية جيدة لإدارتها بنجاح.



### المحلل المغذي:

المحلل المغذي هو المحلول الذي يحتوي على جميع العناصر الغذائية الضرورية اللازمة لنمو النبات، وينسب متوازنة مع بعضها البعض، والذي يستخدم في إمداد النبات بحاجته من الماء والعناصر الغذائية طوال فترة حياته. ومن الصعب القول إن هناك ما يسمى بالمحلل المغذي المثالي لكل النباتات، أو حتى بالنسبة للنبات الواحد؛ ويرجع ذلك إلى اختلاف احتياجات النباتات من العناصر الغذائية، وذلك لاختلاف طبيعة نمو ومحصول كل نبات؛ بل إن احتياجات النبات الواحد من العناصر يختلف خلال مراحل نموه المختلفة، علاوة على اختلاف احتياجات الأصناف المختلفة للنبات نفسه، كما أن الظروف الجوية يكون لها تأثير كبير.

لذا على القائمين بعملية تغذية النباتات وضع كل الظروف في اعتبارهم؛ من أجل الوصول إلى أفضل محلول غذائي يناسب النبات المنزوع. في نظم الزراعة بدون تربة هناك نوعان من المحاليل المغذية:

### أ- المحلول المغذى المركز:

حيث يتم تحضير محلول مغذى مركز، عادة يكون مركزاً 100 مرة عن المحلول المخفف؛ وذلك من أجل سهولة الاستعمال، وتوفيراً للوقت والمجهود (وهو المحلول الذى سيتم توزيعه من قبل المشروع)، وهو ينقسم إلى:

- 1- محلول مغذى (أ): وهو يحتوى على الكالسيوم وجزء من النيتروجين والحديد المخلبي فقط.
- 2- محلول مغذى (ب): وهو يحتوى على باقى أسمدة العناصر الغذائية الأخرى.

ويجب إلا يتم خلط المحلولين المركزين معاً بدون تخفيف؛ حتى لا يؤدي إلى حدوث ترسيب لفوسفات الكالسيوم فى الحال، وبالتالي عدم استفادة النباتات من الكالسيوم والفوسفور معاً، ويتم الحصول على التركيز المطلوب من المحلول المخفف بخلط كميات متساوية من محلول (أ)، (ب) بالتساوى، تبعاً للتركيز المطلوب، وتختلف نسبة التخفيف تبعاً لتركيبية المحلول المركز المستخدم (فى حالة المحلول المركز السابق ذكره) فإن إضافة نصف لتر من محلول (أ) ونصف لتر من محلول (ب) فى 100 لتر ماء يعطى تركيز 1 ديسمنيز / م، ويمكن مضاعفة التركيز بمضاعفة الكمية).

الأسمدة المعدنية التي يفضل استخدامها عند تحضير المحلول المغذى في نظم الزراعة بدون تربة:

العنصر	السماذ	% للعنصر
النيتروجين	نترات الكالسيوم	15
	نترات الآمونيوم	46
الفوسفور	حمض فوسفوريك	53
البوتاسيوم	نترات البوتاسيوم	13
	سلفات البوتاسيوم	50
الكالسيوم	نترات الكالسيوم	20
الماغنسيوم	نترات الماغنسيوم	10
	سلفات الماغنسيوم	10
السلفات	سلفات البوتاسيوم	18
الحديد	حديد مخلي	12 – 5
منجنيز	سلفات المنجنيز	27
	منجنيز مخلي	12
زنك	سلفات الزنك	23
	زنك مخلي	14
نحاس	سلفات نحاس	25
	نحاس مخلي	13- 8
بورون	بوراكس	11
	حمض بوريك	17
موليبدنيم	موليبداات الآمونيوم	54

### البيئات التى تستخدم للزراعة فوق أسطح المنازل:

تتعدد البيئات التى يمكن استخدامها للزراعة فوق أسطح المنازل، وتختلف البيئات تبعاً للخواص الطبيعية والكيمائية لكل منها؛ فمنها البيئات العضوية، ومنها البيئات غير العضوية، وقد تستخدم هذه البيئات بصورة مفردة كبيئة لنمو النباتات، أو قد يتم عمل خلطات بين أكثر من بيئة، أو عمل خلطات ما بين أحجام مختلفة من البيئة نفسها، فيعطى مواصفات جديدة للبيئة. وكل ذلك يعطى مدى واسع من البيئات التى تلائم نمو عدد كبير من النباتات وأنواع مختلفة، منها نباتات الخضر أو الزينة أو بعض أشجار الفاكهة.

### الشروط الواجب توافرها فى بيئة النمو:

#### 1- أن توفر البيئة الرطوبة اللازمة للجذور:

تتوقف قدرة البيئة على الاحتفاظ بالماء وصرف الماء الزائد، على حجم حبيبات البيئة وشكلها ومساميتها؛ حيث إن الماء يسمك على سطح الحبيبات وفى المسام ما بين الحبيبات، وكلما صغر حجم الحبيبات ازدادت مساحة سطح الحبيبة، وتقاربت من بعضها، وزادت قدرة البيئة على الاحتفاظ بالماء، والحبيبات غير المنتظمة الشكل لها مساحة سطح أكبر من الحبيبات الملساء والمستديرة، وبالتالي لها قدرة أعلى على الاحتفاظ بالماء.

#### 2- أن توفر البيئة التهوية اللازمة لنمو الجذور:

يجب أن تكون البيئة لها قدرة كبيرة على صرف الماء الزائد؛ وذلك لضمان توفير التهوية الجيدة فى بيئة نمو الجذور؛ لذلك يجب تحاشي أن تكون حبيبات البيئة ناعمة جداً؛ مما يؤدي إلى انخفاض حركة الأكسجين خلال حبيبات البيئة، فتسوء الحالة الكلية للتهوية فى بيئة النمو؛ مما يترتب عليه اختناق جذور النباتات المزروعة بها.

#### 3- أن لا تحتوى البيئة على مواد ضارة أو سامة:

يجب ألا تحتوى بيئة النمو على أى مادة تلحق الضرر بجذور النباتات، أو تؤثر على نمو النبات النامى فى هذه البيئة، ومثال على ذلك نجد أن الرمل أو الحصى الناتج من أصل جبرى (يحتوى على كربونات كالسيوم)، يجب تحاشي استخدامه؛ حيث إن وجود كربونات الكالسيوم من شأنه أن يؤدي إلى ارتفاع درجة حموضة (pH) المحلول المغذى إلى الجانب القلوى (أعلى من 7)، وهذا الارتفاع فى درجة حموضة المحلول المغذى يؤدي إلى ترسيب كل من الحديد والفوسفور، وبالتالي تظهر أعراض نقص هذه العناصر بالرغم من تواجدها فى المحلول.

#### 4- أن تكون البيئة خالية من مسببات المرضية:

يجب أن تكون البيئة خالية من مسببات المرضية عند استخدامها؛ حتى لا تكون مصدرًا لإصابة النباتات النامية بها بالأمراض المختلفة.

#### 5- أن تكون البيئة خالية من الملوحة:

يجب أن تكون البيئة خالية من الملوحة؛ حتى لا تؤثر على نمو النباتات النامية بها؛ فمثلاً في حالة استخدام بيئة نشارة الخشب المستخدمة في عمليات تصنيع الأثاث، تحتوى غالباً على تركيز مرتفع من أملاح كلوريد الصوديوم؛ نظراً لما تتعرض له ألواح الخشب من النقع في محلول ملحي لفترات طويلة، كذلك لا تستخدم رمال الشواطئ؛ لا حتوائها على تركيز مرتفع من الأملاح.

#### 6- أن تكون البيئة خالية من بذور الحشائش:

يجب أن تكون البيئة خالية من بذور الحشائش؛ حتى لا تكون مصدرًا للحشائش التي تنمو وتنافس المحصول الرئيس في السماد والماء، وحتى لا تكون الحشائش عوائل لبعض الأمراض التي تنتقل إلى النباتات النامية، فتلحق الضرر بها.

#### 7- في حالة البيئة العضوية، يفضل أن تكون بطيئة التحلل:

يفضل أن تكون البيئة العضوية بطيئة التحلل؛ حتى تظل أطول فترة ممكنة بأفضل مواصفات .. وتقلل من تكاليف تغيير البيئة سنوياً في حالة البيئة سريعة التحلل.

#### 8- سهولة توافير البيئة، مع سهولة عمليات النقل:

تتواجد أنواع كثيرة من المواد الصلبة التي يمكن استخدامها كبيئة للنمو، ولكن من المهم أن تكون البيئة متوافرة بصورة جيدة في المناطق المحيطة بقدر الإمكان؛ حتى لا تزداد تكاليف الإنشاء المبدئية نتيجة لزيادة تكاليف النقل.

#### 9- أن تكون تكلفة البيئة معتدلة:

من المفضل أن تكون البيئة رخيصة الثمن إلى معتدلة؛ حتى تكون اقتصادية، ولا ترفع من تكاليف الإنشاء المبدئية.

#### 10- أن تكون البيئة خفيفة الوزن:

يجب أن تكون البيئة المستخدمة للزراعة فوق الأسطح خفيفة الوزن؛ حتى لا تمثل حمولة فوق الأسطح. وعلى ذلك هنالك بعض البيئات ثقيلة الوزن - مثل الخفاف - لا يفضل

استخدامها فوق الأسطح، بينما بيئة مثل الرمل تكون ثقيلة نسبياً فيفضل استخدامها كجزء من خلطة بيئة الزراعة، ولكن لا تستخدم بمفردها.

وتقسم البيئات إلى:

\* بيئات عضوية.

\* بيئات غير عضوية.

**أولاً: البيئات العضوية:**

**1- البيت موس:**

يعتبر البيت موس من أكثر البيئات شيوعاً، ويستخدم بصورة كبيرة على مستوى العالم. وهو عبارة عن مادة عضوية متحللة، توجد في المناطق الرطبة من العالم على مساحات كبيرة، تعرف بمناجم البيت موس. وقد يستخدم بصورة مفردة كما هو، أو يخلط ببعض البيئات الأخرى، مثل الفيرموكيليت أو البرليت أو الرمل.

ومن مواصفات البيت موس التالي:

1- قدرته الكبيرة على امتصاص الماء، تبلغ تقريباً 8 أمثال وزنه بعد التشبع وصرف الماء الزائد.

2- يتميز بانخفاض درجة الحموضة له.

3- نسبة المادة العضوية به مرتفعة، حوالى 94 - 99 %.

4- يعتبر البيت موس على المسامية، (95-98 %).

**2- قشور حبوب الأرز (سرس الأرز):**

وهي عبارة عن قشور حبوب الأرز.

- ومن مواصفات سرس الأرز التالي:

1- خفيفة الوزن جداً.

2- توفر التهوية اللازمة لنمو جذور النباتات المختلفة؛ فعند خلطها مع بيئة سيئة التهوية تقوم بتحسين التهوية والصرف لها.



### 3- ألياف جوز الهند:

ألياف وبيت جوز الهند من البيئات التي دخلت حديثاً كأحد أوساط الزراعة بدون تربة، وهي تستخرج من قشور ثمار جوز الهند.

ومن مواصفات ألياف جوز الهند التالي:

1- إمكانية استخدامها لأكثر من عام، دون حدوث أى تغير فى صفاتها الطبيعية.

2- بطيئة التحلل، فلا تهدم سريعاً.

3- لها القدرة على الاحتفاظ بالماء.

4- لها القدرة على توفير التهوية الجيدة فى البيئة.

4- قش الأرز.

5- نشارة الخشب.

### ثانياً: البيئات غير العضوية:

#### 1- الرمل:

يعتبر الرمل من أقدم وأفضل المواد التي إستخدمت كوسط حبيبي صلب لتنمية النباتات. ولا يفضل استخدام الرمال المحتوية على الجير؛ وذلك بسبب وجود نسبة عالية من كربونات الكالسيوم بها؛ حيث إنها تعمل كمادة لاحمة لجزيئات الرمل؛ مما يغير من الصفات الطبيعية للرمل .. كذلك لا يفضل استخدام رمال الشواطئ؛ لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الأملاح. ويفضل استخدام الرمال ذات الأصل الجرانيتي أو السليكاتي كبيئة زراعية، وتعتبر أقطار حبيبات الرمل عاملاً مهماً فى نجاح استخدامه كبيئة زراعية؛ حيث إن الرمل الخشن جداً لا يحتفظ بقدر كافٍ من الرطوبة، أما الرمل الناعم جداً فلا يسمح بنسبة كافية من التهوية.

ويتميز الرمل بالصرف الجيد، لكن قدرته على الاحتفاظ بالماء ضعيفة؛ لذلك يفضل إضافة البيت موس أو الكمبوست معه.

#### 2- الفيرموكيوليت:

الفيرموكيوليت عبارة عن سليكات الحديد والألومنيوم والمغنسيوم المتهدرت، وهو عبارة عن رقائق معدنية، تستخرج من مناجم الميكا فى إفريقيا وأستراليا وأمريكا، ويتم الحصول على المادة فى الصورة القابلة لتكون بيئة زراعية، عن طريق معاملة المعدن الخام لدرجة حرارة 1000

درجة مئوية، فتتحول الرطوبة الموجودة به إلى بخار، يزيد من الضغط داخل طبقاته؛ مما يؤدي إلى تكسير وتقسيم هذه الطبقات إلى جزيئات أو أجزاء صغيرة خفيفة مسامية، ذات صفات جيدة، تلائم الزراعة اللا أرضية.

\* ومن مواصفات الفيرموكيوليت التالي:

1- له قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء.

2- يوجد بها عنصرا الماغنسيوم والبوتاسيوم في صورة ميسرة، يمكن للنباتات امتصاصها والاستفادة منها.

وقد لوحظ أن الفيرموكيوليت مادة ماصة للماء، وبالتالي يظل مبتلاً معظم الوقت؛ لذلك يفضل خلطه بمواد أخرى؛ للتقليل من حال الابتلال الدائمة، بالتالي تظل رطوبة وسط الزراعة ملائمة لنمو النباتات.

3- الخفاف:

هو عبارة عن صخر سليكاتي من أصل بركاني، يحتوي على عناصر الألومنيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وآثار من الكالسيوم والماغنسيوم والحديد. والمادة بها العديد من الفراغات، وتتكون تلك الفراغات نتيجة لخروج البخار الساخن منها قبل أن تبرد حمم اللافا البركانية. وهو موجود بصورة طبيعية، لا يحتاج إلى حرارة أو تسخين؛ بل إن كل ما يجري عليه من عمليات هو التكسير والطحن إلى الحجم المناسب من الحبيبات.

\* ومن مواصفات الخفاف التالي:

هو مادة تشبه البرليت في التركيب الكيميائي، لكنها تختلف عنها في الخواص الفيزيائية؛ حيث إن الأول مادة أثقل من البرليت.

1- لا تمتص بالماء بسهولة، كذلك لا تحتفظ بها لفترة طويلة.

2- توفير ظروف التهوية الجيدة في بيئة النمو.

3- سهولة تنظيفها وتطهيرها.

4- البرليت:

هو عبارة عن حجر بركاني منشأه اللافا البركانية. يتدرج لونه من الرمادي إلى الأبيض، ويتركب من سليكات الألومنيوم وصوديوم وبوتاسيوم، ويتم طحنه وتسخينه على درجة حرارة

مرتفعة، من 900 - 1000 درجة مئوية، حيث يحدث له انتفاخ؛ نتيجة خروج الهواء الساخن منه، وتتكون به فجوات هوائية؛ حيث يحدث له نتيجة لذلك تمدد واتساع الحبيبات وانتفاخها بصورة كبيرة.

#### \* ومن مواصفات البرليت التالي:

- 1- مادة ثابتة التركيب من الناحية الفيزيائية، وليس لها القدرة على التبادل الكاتيوني.
  - 2- مادة خفيفة الوزن.
  - 3- سهولة الصرف مع الاحتفاظ بالماء بصورة جيدة، ومن المفضل أن يتم الري على عدة مرات في اليوم الواحد؛ وذلك من أجل ضمان استيفاء حاجة النبات من المياه والعناصر الغذائية.
  - 4- التهوية مرتفعة بالبيئة.
  - 5- حبيبات البرليت تتميز بوجود الخاصية الشعرية؛ مما يسهل من استخدامها كبيئة تروى بطريقة الري تحت السطحي.
- ويستخدم البرليت على مستوى واسع في الزراعة، حيث يستخدم بصورة منفردة ويعطى نتائج جيدة، أو يدخل في عمل خلطات مع بيئات أخرى كالبيت موس؛ وذلك لزراعة العديد من محاصيل الخضر، والشتلات، وزهور القطف، ونباتات التزيين الداخلي.
- 5- الصوف الصخري.

#### خلطات البيئات:

ويمكن استخدام البيئات السابقة بصورة مفردة كبيئة زراعية، أو يمكن أن يتم خلط أكثر من بيئة معاً؛ وذلك للوصول إلى أفضل مواصفات للبيئة، تلائم نمو النبات المراد زراعته.

ف نجد أن لمواصفات البيئة المراد زراعتها أثر كبير على نجاح عملية الزراعة؛ فهذه الخواص هي التي تحدد التوازن ما بين الماء اللازم لنمو النباتات، والهواء اللازم لتنفس الجذور؛ حيث يجب توافر الفراغات الصغيرة، التي تعمل على الاحتفاظ بالماء الضروري لحياة النبات، والفراغات الكبيرة التي تعمل على توفير الهواء اللازم لنمو النباتات .. كذلك تحدد مقدرة البيئة على ادمصاص العناصر الغذائية على حبيباتها.

ومن أهم هذه الصفات التي يجب تقديرها:

- 1- وزن البيئة.

2- درجة حموضة البيئة.

3- الكثافة الظاهرية للبيئة.

4- درجة ثبات البيئة.

5- قدرة البيئة على مسك الماء.

6- تركيز الأملاح في البيئة.

7- السعة التبادلية الكاتيونية للبيئة.

ومن هنا تظهر أهمية خلط أكثر من بيئة مع بعضها؛ بهدف الوصول للمواصفات المطلوبة، وقد تم اختبار عدد من الخلطات، والتي أظهرت نتائج جيدة، ومن هذه الخلطات ما يلي:

نسبة الخلط	البيئات التي تدخل في عمل خليط البيئة
1 : 2 : 2	البيت موس: البرليت: الرمل
1 : 1	البيت موس: البرليت
3 : 1	البيت موس: الرمل
1 : 3	البيت موس: الرمل
3 : 1	البيت موس: الفيرموكيوليت

### نظم مزارع البيئات:

يمكن تقسيم نظم الزراعة بدون تربة حسب استعمال المحلول المغذي، أو على حسب نوع البيئة المستخدمة كما يلي:

**أولاً: حسب الوسط المستخدم إلى:**

1- مزارع هوائية.

2- مزارع مائية.

## 3- مزارع البيئات.

## المزارع الهوائية:

يعتبر هذا النظام هو أكثر نظم الزراعة اللا أرضية تطوراً، وهو مشابه للنظام المائي؛ حيث يتم الإمداد بالمحلول المغذي في جو هوائي رطب، أو باستخدام نظام الرذاذ، وفي هذا النظام لا تستخدم بيئات لإنماء الجذور؛ حيث يكون وسط النمو هواء فقط، ويتم الإمداد بالمحلول المغذي عن طريق مضخة، متحكم فيها بواسطة تايمر مبرمج؛ لعمل دورات رى قصيرة جداً، تتراوح من 1 - 2 دقيقة، ويتم ضخ المحلول عن طريق رشاشات، ثم تغلق المضخة لمدة 5 دقائق؛ مما يضمن عدم جفاف الجذور في معظم الأحوال. والشتلات عادة تكون مزروعة في أصص، وتوضع الأصص في ثقب موجد على اللوح (الذي يفصل بين المحلول والجو الخارجي)، وعندما تنمو الجذور أكثر تتدلى جذورها في الهواء، بعد أن تخرج من ثقب الوعاء من الجهة السفلى للوح.

## ثانياً: حسب المحلول المستعمل إلى:

1- المزارع أو الأنظمة المغلقة: Close System حيث يعاد استخدام المحلول المغذي المنصرف من بيئات الزراعة، من خلال تخفيف المحلول المغذي المركز بالماء، حتى الوصول إلى التركيز الملائم للنباتات المزروعة، ورى النباتات به، ثم يتم تجميع المحلول الزائد بعد مروره على النباتات؛ حيث يعود مرة أخرى إلى الخزان، وتعاد عملية رى النباتات به.

## 2- المزارع أو الأنظمة المفتوحة: Open system

وهي الأنظمة التي لا يعاد بها استخدام المحلول المغذي المنصرف من بيئات الزراعة، حيث يستخدم المحلول المغذي لمرة واحدة فقط.



### المكافحة في نظم الزراعة بدون تربة :

1- باستعمال الثوم: باستخدام 3 فصوص ثوم، ويتم تقطيعهم + نصف لتر ماء + ملعقة كبيرة من الصابون المبشور (حتى يلتصق المحلول على النبات)، ثم يترك لمدة 24 ساعة. ويمكن إضافة 2 قرن فلفل حار ويصل إلى الخليط السابق، ويعمل هذا المحلول الناتج على إبادة حشرات المن، وبعض الحشرات، والأمراض الفطرية، ويخفف المحلول عند الرش كالتالي: 2 ملعقة من المحلول / لتر ماء.

2- محلول النيكوتين: هو محلول سام جدًا وفعال ضد طائفة كبيرة من الحشرات، ويتم تحضيره من أوراق نبات التبغ (التبّاك)، أو من فضلات السجائر.  
طريقة التحضير:

إضافة كوب مملوء بأوراق التبغ المطحونة، أو كمية مماثلة من مخلفات السجائر إلى لتر ماء، ويترك لمدة نصف ساعة + ملعقة صغيرة من الصابون المبشور، ويقلب الخليط جيدًا، ثم يتم تصفية المزيج (يبقى المحلول فعالاً لعدة أسابيع إذا تم حفظه في وعاء محكم الغلق) .. هذا المحلول لا يكون قاتلاً لحشرات النحل والحشرات الأخرى المفيدة؛ لأن مفعوله ينفذ بعد عدة ساعات من رشه على النبات بعكس محلول النيكوتين.

ملحوظة: عدم رش هذا المحلول على النباتات الصالحة للأكل، أو التي تؤكل أوراقها.

### 3- منقوع الكمبوست أو الأسمدة العضوية:

مستخلص الكمبوست Compost Tea:

يمكن استخدام مستخلص الكمبوست في تغذية النبات عن طريق الرش؛ وذلك لاحتوائه على جميع العناصر الضرورية اللازمة لنمو النباتات، وكذلك منشطات ومنظمات النمو الطبيعية. وكذلك لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية؛ حيث إنه يحتوى على المضادات الحيوية.. وللحصول على مستخلص الكمبوست يتم نقع الكمبوست في الماء (بمعدل 100 كيلو كمبوست + 1000 لتر ماء)، وذلك لمدة 24 ساعة، ثم الترشيح، ويستخدم الراشح الناتج، أما الجزء الصلب المتبقى فيضاف إلى التربة الزراعية.

ولتغذية النباتات يتم تخفيف الراشح بنسبة 1:20، أما في حالة استخدام Compost Tea لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية، فإنه يستخدم بعد التخفيف بنسبة 1:100.

- وعند استخدام Compost Tea للوقاية من الأمراض الفطرية والبكتيرية والحشرات، فإنه يرش على النباتات بمعدل يومية لمدة أسبوع.

- ثم يوم بعد يوم.

- ثم مرتين أسبوعياً.

- ثم مرة واحدة أسبوعياً.

- ويفضل استخدام Compost Tea خلال مراحل النمو الأولى؛ للحصول على نباتات قوية، ولها قدرة على المقاومة، ويجب استخدام Compost Tea فور الاستخلاص؛ للحصول على نتائج جيدة، وعدم تخزينه أو تعرضه للحرارة أو الشمس.

لجعل محلول المنقوع يلتصق على النبات، يضاف إليه نصف ملعقة من الصابون المبشور، أو نصف ملعقة من زيت القلي لكل 5 لتر من المنقوع.

### مزارع المحاليل المغذية:

وفي مزارع المحاليل المغذية ظهرت محاليل أخرى على أساس طريقة التغذية:

مثل محاليل الأغشية المغذية (NFT) (NUTRIENT FILM TECHNIQUA).

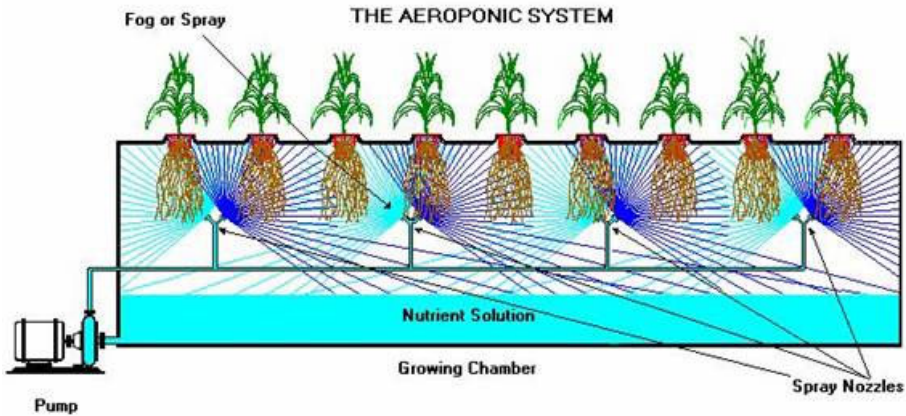
وطريقة المحاليل الساكنة (STATIC SOLUTION CULTURE).

ومنها المحاليل العميقة DEEP SOLUTION أو السطحية SHALLOW SOLUTION.

بالإضافة إلى التغذية بطريقة الرذاذ MIST، فيما يعرف بالمزارع الهوائية.

وبصفة عامة، يمكن القول إن مزارع المحاليل المغذية أو الـ HYDROPONICS، هي حجر الأساس الذي ارتكزت عليه الزراعات اللا أرضية، وتعرف بأنها تكنولوجيا إنماء النباتات في المحاليل المغذية، مع استخدام أو عدم استخدام بيئة خاملة كعامل تثبيت ميكانيكي (مثل الرمل - الحصى - نشارة الخشب - الصوف الصخري ... إلخ).

وغالبًا ما يكون المحلول في حالة دوران CIRCULATING في نظام مغلق CLOSED SYSTEM (حيث يعاد استخدام المحلول أكثر من مرة)، أو غير متحرك - STATIC OR NON- CIRCULATING في نظام مفتوح OPEN SYSTEM، أى يستخدم المحلول مرة واحدة. وبالتوسع في هذا المجال، ظهر اصطلاح SOILLESS CULTURE، وتعنى الزراعة بدون تربه أو أرض، أو الزراعة اللا أرضية، وكله يعنى إنماء النباتات في بيئات خاملة صلبة (من غير التربة)، مع التغذية بالمحاليل المغذية، ومع الفرق بين SOILLESS CULTURE والـ HYDROPONICS، إلا أنهما يعنيان بالزراعة بعيدًا عن التربة والأرض الطبيعية أيًا كانت طريقة أو وسيلة النمو؛ مما يجعل مصطلح الزراعة اللا أرضية ومرادفاتها مصطلحًا جامعًا لكل طرق الزراعة التي لا تتخذ من الأرض بيئة ومهدًا لنمو النباتات، بما فيها الهيدروبونكس، وهذه التجربة المستخدمة هنا.





### الزراعة في البيئات الصناعية المختلفة : Soiless cultures

يعنى نظام الزراعة المحمية لإنتاج النباتات تحت ظروف عالية من التحكم في عوامل النمو المختلفة، وهى العوامل الجوية والعوامل الأرضية والعوامل الخاصة بالنبات؛ فأما بالنسبة للعوامل الجوية من حرارة ورطوبة والإشعاع الشمسى والرياح .. فهذه جميعاً يمكن التحكم فيها بدرجة كبيرة؛ بحيث يمكن إنشاء الصوب الزراعية المناسبة لضبط جو الصوبة الداخلى، بما يناسب النمو الأمثل للنبات.

أما بالنسبة للعوامل الأرضية، فيمكن التحكم فيها بدرجة كبيرة؛ وذلك للتغلب على مشاكل التربة، من أمراض وعدم انتظام التوازن الهوائى / المائى بداخلها، ومكونات التربة الكيميائية التى قد تضر بنمو النبات، وعدم انتظام التوازن الغذائى بها. ويمكن التغلب على جميع هذه المشاكل عن طريق استخدام نظم الزراعة فى البيئات الصناعية بدون تربة ( Soiless culture)، ويطلق عليها أحياناً الزراعة باستخدام المنشآت المائية Hydroponics؛ حيث تعتمد هذه النظم على زراعة النبات فى بيئة مجهزة، يتوفر فيها جميع العوامل المناسبة تماماً لنمو النبات، وقد تتكون هذه البيئة من مواد صناعية أو طبيعية أو الاثنين معاً، وكل منها يلزم لتحقيق غرض ما، سواء لتدعيم النباتات، أو تحسين الخواص الطبيعية للبيئة، مثل التهوية، والقدرة على ادمصاص العناصر الغذائية، أو القدرة على حفظ الماء .. وعادة لا تحتوى هذه المواد على أى حبيبات دقيقة الحجم، سواء فى حجم السلت أو الطين، ومن أهم المواد الشائع استخدامها فى تجهيز وسط الزراعة بدون تربة: الرمل - الزلط والحصى - المواد العضوية سواء بيت أو قش - الفرميكيوليت - البرليت - الأستروفوم - الصوف الصخرى Rock Woll.

وفى بعض أنواع المزارع بدون تربة، لا يستخدم فيها أى من المواد الصلبة المذكورة، وتنمو النباتات فى محلول مغذى فقط، مع تدعيم النباتات بطريقة صناعية، مثل التعليق أو التثبيت على حوامل خاصة، وهى تسمى بالمزارع المائية Water Culture، وتشمل المزارع المائية ثلاثة أنظمة، تعتمد جميعاً على تنمية النباتات، بحيث تبقى جذورها دائماً محاطة بالمحلول المغذى، وهى مزارع المحاليل الغذائية Nutrient solution culture، ومزارع الأغشية الغذائية Nutrient film Technique، ومزارع التهوية Aeroponics، وهى من أحدث نظم الزراعة المائية؛ بحيث تكون جذور النباتات محاطة دائماً بهواء مشبع بالرطوبة، حيث ترش الجذور بالمحلول المغذى على دفعات. ومن أهم معوقات انتشار الزراعة بدون تربة فى مصر، أن معظم مستلزماتها تستورد من الخارج بأسعار مرتفعة، بدرجة لا تتناسب مع أسعار منتجاتها، خاصة تحت الظروف

المصرية .. كذلك تحتاج إلى خبرة فنية كبيرة لتشغيل وصيانة مكونات هذه النظم الزراعية الحديثة.

تقسم المزارع بدون تربة عموماً حسب إمكانية إعادة استخدام المحاليل الغذائية أو محاليل الصرف مرة أخرى إلى:

- النظم المفتوحة: Opened system وفيها لا يعاد استخدام محاليل الصرف مرة أخرى.

- النظم المغلقة: Closed system وفيها يعاد استخدام محاليل الصرف مرة أخرى.

### أهم نظم الزراعة بدون تربة الشائع استخدامها تحت نظم الزراعة المحمية:

#### 1- المزارع الرملية Sand Culture:

وهي من أكثر المزارع انتشاراً في المناطق التي يتوفر فيها الرمال، وعادة ما تكون من النظم المفتوحة Open System، التي لا يعاد فيها استخدام محلول الصرف، وفيها تنمو النباتات في الرمل الخالي تقريباً من السلت والطين، وتروى بالمحاليل الغذائية، ويستخدم لذلك نظام الري بالتنقيط.

وتقام المزارع الرملية بعدد من الطرق، من أهمها:

أ- تقام على أرض تعاني من مشاكل طبيعية يصعب علاجها: حيث يتم حفر قطاع بطول الصوبة، وبعرض المصطبة، مع مراعاة أن يكون عدد المساطب وعرضها متناسباً مع عرض الصوبة ونوع النبات المزروع زراعته، ويتم تسوية قاع الحفرة بحيث تسمح بوجود ميل يبلغ 3سم/10م (0.3%). ثم يغطى قاع وجوانب الحفرة بالبلاستيك، على أن لا يقل سمكه عن 150 ميكرون، ويوضع فوق البلاستيك مباشرة ماسورة صرف بقطر 3 بوصة، مغطاة باللباد والزلط؛ لمنع نمو الجذور بداخلها، مع السماح بمرور المياه فقط دون الرمل إلى داخلها، ويجب أن تكون خطوط مواسير الصرف في اتجاه ميل الأرض، وتوصل هذه المواسير في الجانب المنخفض بماسورة صرف مجمع، وتكون عمودية على مواسير الصرف. وتصمم المزرعة بحيث يكون انحدارها من الجانبين نحو الوسط؛ حيث توضع ماسورة الصرف المجمع لتكون متصلة بمواسير الصرف الفرعية (حقلية)، وتكون عليها من الجانبين المائلين، مع جعل أرضية الصوبة كلها مائلة من أحد جانبي ماسورة الصرف المجمع نحو الجانب الآخر؛ لتسهيل حركة ماء الصرف. ويجب أن تكون أطراف مواسير الصرف بارزة فوق سطح التربة من بدايتها (من عند الأطراف التي توجد في مستوى مرتفع من المزرعة)؛ حتى يمكن تنظيفها كلما دعت الضرورة. وبعد ذلك تغطى

المساحة كاملة بالرمل لعمق 30 - 50 سم. ويلاحظ أن نقص عمق طبقة الرمل عن 30 سم في بعض المناطق، يجعل من الصعب الاحتفاظ بمستوى واحد من الرطوبة في كل أرجاء المزرعة، كما تزيد فرصة نمو جذور النباتات داخل مواسير الصرف.

وتروى النباتات في هذا النوع من المزارع بطريقة التنقيط 4 مرات يومياً لمدة 5 - 10 دقائق في كل مرة، مع حقن ماء الري بالمحالييل الغذائية.

ب- الزراعة في أحواض خاصة، توضع على سطح التربة مباشرة، وتبطن هذه الأحواض بالبولي إيثيلين: كما في الطريقة السابقة، ويكون قاع الحوض مائلاً بمقدار 15 سم لكل 60 متراً، وتوضع ماسورة للصرف في القاع، بامتداد طول الحوض، وتتصل مواسير الصرف الخاصة بالأحواض المختلفة بماسورة صرف رئيس بالقطر نفسه على الأقل؛ لتجميع المحلول الزائد. وتتكون الأحواض بعرض 60 - 75 سم، وبعمق 30 - 40 سم.

## 2- مزارع الحصى Gravel Culture:

تعتبر مزارع الحصى ثاني أكثر المزارع الصناعية انتشاراً، وهي من النظم المغلقة Closed Systems، التي يعاد فيها استخدام المحالييل الغذائية عدة مرات، وتتكون بيئة نمو الجذور في هذه المزارع من حصى صغير، يكون أغلبه بحجم حبة البسلة.

أفضل أنواع الحصى لهذه المزارع هو الجرانيت المجروش في صورة حبيبات صغيرة غير منتظمة، تتراوح في قطرها من 1.6 - 18 مم، على أن يكون أكثر من نصف الحصى المستعمل بقطر 12 مم تقريباً، وأن يكون من نوعية صلبة، لا تتفتت مع الاستعمال، كذلك يستخدم للغرض نفسه الزلط البركاني حيث يتميز بخفة وزنه.

تصمم مزارع الحصى بحيث تسقى النباتات فيها إما بطريقة الري تحت السطحي، أو بطريقة التنقيط .. وفي الطريقة الأولى يضخ المحلول المغذي من أسفل حتى يصل مستواه إلى نحو 2.5 سم من سطح المزرعة، ثم يسمح له بالصرف ثانية إلى خزان المحلول؛ ليعاد ضخه من جديد بعد فترة .. وهكذا يستمر استعمال المحلول نفسه لمدة تتراوح من 2 - 6 أسابيع، ثم يتم التخلص منه، ويحضر محلول جديد.

تؤثر الفترة بين الريات تأثيراً كبيراً على إمداد النباتات بجاحتها من الماء، والعناصر الغذائية، والأكسجين اللازم لتنفس الجذور. وتتأثر الفترة المناسبة بين الريات بعدد من العوامل، أهمها حجم الحبيبات، والنبات المنزوع، ومرحلة النمو، والعوامل الجوية. ويتراوح عدد مرات الري

لمعظم مزارع الحصى من 3 - 4 مرات يوميًا خلال فصل الشتاء، إلى كل ساعة على الأكثر نهارًا في الجو الحار أثناء الصيف، ونظرًا لأن النباتات تمتص الماء بسرعة أكبر مما تمتص العناصر المغذية؛ لذا فإننا نجد أن تركيز الأملاح يزداد تدريجيًا في الغشاء المائي المحيط بحبيبات الحصى بعد كل رية، وتزداد سرعة تركيز الأملاح مع زيادة معدل النتج، لكن الريّة التالية تخفض تركيز الأملاح في الغشاء المحيط بحبيبات الحصى إلى المستوى الموجود في المحلول المغذي. ويجب العمل على عدم تأخير الري كثيرًا في الجو الملبد بالغيوم، خاصة عندما تكون الرطوبة النسبية قريبة من درجة التشبع.

تؤثر سرعة ضخ المحلول المغذي في بيئة الحصى وانصرافه منها، على توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور، والنمو الطبيعي للنباتات. ويكفي عادة مدة 20 - 30 دقيقة لضخ المحلول المغذي، وصرف الزائد منه بالكامل؛ بحيث لا يتبقى منه سوى غشاء رقيق يحيط بالحصى حتى الريّة التالية. ويمكن تحقيق ذلك بوضع مواسير صرف كبيرة في قاع مزرعة الحصى.

### ويمكن تعويض الماء الممتص بإحدى الطرق التالية:

- 1- بإعادة المحلول المغذي إلى حجمه الأصلي يوميًا.
  - 2- بإعادة المحلول المغذي إلى أكثر من حجمه الأصلي أسبوعيًا؛ حيث يتناقص إلى أقل من حجمه الأصلي من نهاية الأسبوع قبل إضافة الماء إليه من جديد.
  - 3- إمداد خزان المحلول المغذي بمصدر للماء ذو صمام، يتحكم فيه عوامة طافية، تعمل على غلق الصمام عند وصول مستوى المحلول المغذي إلى المستوى المطلوب، وهي أفضل طريقة.
- تؤدي كثرة استعمال المحلول إلى تغيرات في الـ pH؛ نتيجة عدم امتصاص النباتات للعناصر بالقدر نفسه، كما تزداد هذه التغيرات عند المحافظة على حجم المحلول، بإضافة ماء يحتوي على نسبة مرتفعة من الصوديوم والكالسيوم والبيكربونات؛ لذلك فإنه يلزم اختيار pH المحلول المغذي أسبوعيًا؛ للوقوف على أي تغيير فيه، مع تعديله إذا لزم الأمر؛ ليكون دائمًا في المجال المناسب، وهو من 6 - 6.5، وأفضل وسيلة لتعديل درجة الـ pH هي استخدام الأحماض، خاصة حمض النيتريك أو الفوسفوريك.

### 3- مزارع بالات القش Straw bale cultures

تعتبر مزارع بالات القش من النظم المفتوحة Open Systems، التي يعاد فيها استعمال المحاليل المغذية. وقد استخدمت مزارع بالات القش بكثرة لإنتاج الخضر. ومن أهم عيوبها أن القش يكون سريع التحلل؛

فلا يمكن استعماله إلا لموسم زراعى واحد، لكن هذا التحلل يساعد على رفع درجة حرارة جذور النباتات، وزيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الصوبة. ولإنشاء مزرعة من بالات القش يفرد أولاً على أرضية الصوبة شرائح البولي إيثيلين، وتوضع بالات قش القمح أو الشعير عليها فى مكان خطوط الزراعة، على أن يزيد عرض شرائح البولي إيثيلين عن عرض البالات المستعملة، بمقدار 30سم من كل جانب، ثم تشيع البالات جيداً بالماء، ويلزم لذلك عادة 60 لتر ماء يومياً لكل بالة (زنة 20 كجم) لمدة أربعة أيام.

### 4- مزارع الصوف الصخرى Rockwool Cultures

تعتبر مزارع الصوف الصخرى من النظم المغلقة Closed Systems، التي يعاد فيها استعمال المحاليل المغذية. وفيها تنمو جذور النباتات فى بيئة صناعية تسمى بالصوف الصخرى Rockwool (يشبه اللباد)، وتروى بماء محقن - أثناء عملية الرى - بالمحاليل القياسية المناسبة للعناصر الغذائية، ويكون الرى فيها عادة بطريقة التنقيط.

ويصنع الصوف الصخرى بتسخين الجير وصخر البازلت معاً إلى درجة 1600م؛ حيث تنصهر، ثم يتدفقا فى جهاز يدور بسرعة عالية جداً؛ حيث تتكون من السائل المنصهر ألياف رفيعة، تضاف لها مواد أخرى قبل أن تبرد؛ لتجعلها قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة. وعندما يتجمد المنتج النهائى، فإنه يكون على شكل وسائد طويلة من ألياف بقطر 5 ميكرون، وتحتوى على 97% منسافات بينية مملوءة بالهواء، وتبلغ كثافتها 70 كجم / متر مكعب. وتكون الألياف فى وسائد الصوف الصخرى المستعمل فى الأغراض الزراعية رأسية؛ لتسمح بتحريك الماء ونمو الجذور رأسياً وبصورة جيدة. أما الألياف الأفقية، فإن الجذور لا تتعمق خلالها كثيراً، بل تميل للنمو الأفقى.

يتميز الصوف الصخرى بصعوبة تحلله بيولوجياً، ولا يحتوى على أية مواد ذائبة؛ ولذلك فإنه لا يمد النبات بأى عناصر غذائية أو غيرها، كما أنه لا يدمص العناصر الغذائية المضافة؛ لأن سعته التبادلية الكاتيونية منخفضة للغاية .. ويتراوح الـ pH فيه من 7 - 8.5؛ ولذلك فإنه فى بداية الزراعة نجد أن الصوف الصخرى يؤدى إلى رفع الـ pH المحلول المغذى، الذى يبيله لأول مرة

بمقدار وحدة pH؛ ولهذا فإنه يجب أن يقل pH المحلول المغذى بهذا القدر عند أول استخدام لهذه الوسائد.

ثم توضع الشتلات بمكعباتها على سطح الوسائد في فتحات، تعمل في الغلاف البلاستيكي على المسافات المرغوبة. ويراعى أن تكون جذور الشتلة بارزة من المكعبات عند الشتل، ويزرع عادة بكل وسادة 3 نباتات خيار أو نباتات طماطم، ويكون الري بطريقة التنقيط، باستعمال مواسير Pe حوالى 16 جم.

ويؤدى تغليف وسائد الصوف الصخرى بالبولى إيثيلين إلى منع تسرب المحلول المغذى إلى المناطق المنخفضة، ومنع انتشار الأمراض. وتشق فتحات صغيرة في الغلاف البلاستيكي للوسائد قرب القاعدة بالجانبين في منتصف المسافة بين النباتات، وكذلك في نهايتى كل وسادة؛ للمساعدة على تحسين الصرف، وتشجيع الحركة الأفقية للمحلول المغذى في الوسائد.

تسقى النباتات دائماً بالمحاليل المغذية بنظام حقن المحاليل الغذائية المناسبة في ماء الري. وتحتاج النباتات إلى حوالى ثلاث ريات يومياً، وقد يختلف عن ذلك حسب حجم النباتات ودرجة حرارة الجو. ويجب أن يتوقف الري عندما يبدأ تنقيط المحلول المغذى من الوسادة كماء صرف زائد، مع إعطاء رية غزيرة كل فترة؛ لمنع تراكم الأملاح داخل الوسائد.

ولا يمكن توزيع المحلول المغذى متجانساً في كل أنحاء الوسادة. فعندما يكون سمك الوسائد 15 سم، نجد أن 2.5 سم السفلية، تكون مشبعة تقريباً بالماء، ثم تقل درجة التشبع بالماء تدريجياً كلما اتجهنا لأعلى، إلى أن تصل 10% فقط من المسافات البينية في الـ 2.5 سم العلوية. أما عندما تكون الوسائد بسمك 7.5، فإن المحلول المغذى يضاف لها بما يكفى لماء 77% من المسافات البينية بالماء، ويترك الجزء الباقى مملوءاً بالهواء.

ويمكن التخلص من الماء الزائد في الوسائد قبل التعقيم، بمنع الري خلال الأيام الثلاثة الأخيرة من المحصول السابق. كما يساعد وضع الوسائد على جانبها، في سرعة التخلص من الماء الموجود بها. ويجرى التعقيم باستعمال بروميد الميثايل، أو بالبخار لمدة 30 دقيقة بعد رص الوسائد فوق بعضها البعض، وتغطيتها بغطاء مناسب لهذا الغرض. ويفضل قلب الوسائد على الجانب الآخر قبل استعمالها في الزراعة التالية.

### 5- مزارع المخاليط (البيت والمواد الأخرى):

تعتبر مزارع مخاليط البيت Reat Mixtures والمواد الأخرى - كالرمل، والفير مكيكوليت والبرليت، والبوليسترين، ونشارة الخشب - من النظم المفتوحة Open Systems، التي لا تستعمل فيها المحاليل المغذية سوى مرة واحدة. وفيها تنمو النباتات في مخاليط خاصة، أساسها البيت موس غالبًا. ويمكنه عمل عديد من التصميمات الهيكلية، التي يمكن استخدامها لإنشاء مزارع مخاليط البيت والمواد الأخرى، مثل الفرماكوليت والبرليت والإستروفوم .. ومن أهم هذه التصميمات:

#### أ - مزارع الأعمدة Column Cultures:

وهي عبارة عن أسطوانات مفتوحة الطرفين من البلاستيك PVC، أو الورق غير المنفذ للرطوبة، وتكون بقطر 20 - 35 سم، وتملأ هذه الأسطوانات بالمخلوط المناسب للنباتات المزروع زراعتها، وتروى النباتات بنظم الري بالتنقيط، وتوضع هذه الأسطوانات رأسياً.

#### ب- مزارع الأكياس Bag Culture:

وهي عبارة عن أكياس من البلاستيك، وتكون عادة بطول متر، وبعرض 20 سم، ويتسع هذا الكيس لزراعة نبات خيار أو ثلاثة نباتات طماطم، وهناك أكياس بطول 70 سم وبعرض 35 سم .. وعادة ما توضع هذه الأكياس على امتداد خط الزراعة. وعمومًا فإن الحجم المناسب لنمو النبات حوالي 14 لتر / نبات طماطم. ويجب أن يكون لون الكيس أسود من الداخل؛ يناسب نمو الجذور، وأبيض من الخارج في المناطق الحارة، وأسود من الخارج في المناطق الباردة.

### 6- المزارع المائية Water Cultures:

وهي أنواع من المزارع المائية التي تنمو فيها الجذور في المحاليل المغذية مباشرة، ولا تستعمل فيها بيئات صلبة لدعم النبات وتثبيت جذوره. وتلك هي المزارع المائية الحقيقية من بين جميع أنواع المزارع اللا أرضية. وهي تعتبر من النظم التي يستخدم فيها المحلول المغذي لمدة طويلة قبل التخلص منه وتحضير غيره من جديد. وفيها تروى النباتات بالمحلول المغذي مباشرة؛ فلاحاجة لحقن محاليل سمادية مركزة في ماء الري، لكن تكون هناك حاجة لخزانات كبيرة، تتسع لضعف كمية المحلول المغذي التي تحتاجها جميع نباتات المزرعة يوميًا؛ لتحقيق نوع من

الأمان بالنسبة لتغذية النباتات، وتثبيتها في مكانها .. وفي هذه النوعية من المزارع، يجب جعل منطقة التاج (قاعدة الساق) تستند إلى طبقة رقيقة من وسط صلب، يكون غالبًا هو الغطاء البذري، أو المكان الذي تنمو فيه الجذور.

ويلزم لنجاح هذه النوعية من المزارع المائية تحقيق شرطين أساسيين، هما:

### 1- توفير الأكسجين الكافي لنمو الجذور:

نظرًا لأنها تستنفد ما يوجد بالمحلول المغذي من أكسجين خلال فترة قصيرة، وتختلف طرق توفير احتياجات الأكسجين اللازمة للجذور نفسها حسب نوع المزرعة.

### 2- حجب الضوء عن الجذور:

يمكن للنباتات أن تنمو بصورة طبيعية بغض النظر عما إذا كانت جذورها معرضة للضوء أم أنها تنمو في الظلام، لكن المهم هو أن تبقى جذورها دائمًا مغمورة في الماء، أو أن يكون الجو المحيط بها مشبعًا تمامًا بالرطوبة. وترجع أهمية حجب الضوء، إلى أن الظلام يمنع نمو الطحالب، بينما يساعدها الضوء على نموها .. ويؤدي نموها إلى منافسة النباتات على العناصر الغذائية وإلى رفع pH المحلول المغذي، كما تتنافس النباتات على الأكسجين ليلاً .. ويؤدي تحليلها إلى إنتاج مواد سامة، قد تتعارض مع النمو الطبيعي للنباتات.

## نظم المزارع المائية التي يستخدم فيها المحلول المغذي كبيئة أساسية لنمو النباتات :

### أ- مزارع المحاليل الغذائية Nutrient solution cultures:

تعتبر مزارع المحاليل المغذية أول أنواع المزارع المائية استخدامًا على النطاقين البحثي والتجاري، وفيها تبقى الجذور في المحلول المغذي داخل حيز مغلق، يكون وعاءً بلاستيكيًا بحجم مناسب أو أحواض أسمنتية مطلية بالبيتومين، وتختلف الأحواض المستعملة لهذا الغرض في العرض من 30 - 100 سم، وفي الطول من 60 - 250 سم، وفي العمق من 15 - 22.5 سم. وهي تملأ بالمحلول المغذي لعمق 10 - 15 سم، وتترك مسافة 5 - 7.5 سم حتى غطاء الحوض، الذي يكون صالحًا لكل من زراعة البذور، أو تثبيت الشتلات حسب طريقة الزراعة المتبعة.

يتكون غطاء الحوض من شبكة بلاستيكية (بدلاً من شبك السلك المجلفن، التي كانت تستعمل سابقاً؛ حتى يمكن تلافي مشكلة التسمم من الزنك)، تملأ بالإسيتروفوم Styrofoam وجزيئات بلاستيكية أخرى (بدلاً من القش، وبري الخشب، ونشارة الخشب، والبيت موس،



وقشور الأرز، وهي المواد التي كانت تستعمل سابقاً، وتكون الشبكة - بما فيها من مواد مألثة - بسمك 5 - 10 سم.

ويتم توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور في هذا النوع من المزارع، بواسطة مضخة صغيرة، تعمل بصفة دائمة، وتدفع الهواء من خلال ثقوب توجد في قاعدة مسامية Porus بقاع حوض الزراعة، فيخرج على شكل فقاعات، فيذوب بذلك جزء من الأكسجين في المحلول المغذي، وقد تم التوصل إلى طريقة لنمو النباتات في محاليل مغذية، دون الحاجة لتهويتها، وفي هذه الطريقة تربي النباتات، بحيث تمتد جذورها خلال حيز هوائى عريض، تحصل منه على احتياجاتها من الأكسجين قبل أن تمتد في المحلول المغذي.

#### ب- مزارع الأنابيب Tube Cultures:

تستعمل في مزارع مواسير أنابيب من البولي فينايل كلورايد (PVC)، بقطر 4 بوصة، تشق طولياً إلى نصفين، ويغطى مكان القطع بالبلاستيك الأسود؛ لمنع نفاذ الضوء. وتستخدم هذه الأنصاف في زراعة النباتات ذات النمو الخضرى والجذرى المحددين؛ كالخس والشليك. ويتم عمل ثقوب في البلاستيك، تثبت فيها النباتات، وتبقى الجذور داخل الأنبوبة التي يمر فيها المحلول المغذي بصورة دائمة؛ ولهذا فإنها يجب أن تكون مائلة بمقدار 7.5 سم كل 30 مترًا؛ لتعمل على حسن انسيابه فيها. ويعاد استعمال هذه الأنابيب في الزراعة بعد تعقيمها بهيبوكوريد الصوديوم، لكن يجب أن يستعمل معها غطاء بلاستيكي جديد.

وتتحقق التهوية اللازمة للمحلول المغذي في هذه النوعية من المزارع أثناء مروره من الأنابيب إلى خزان المحلول .. ويساعد وضع عدد من الحواجز في طريقه إلى زيادة اختلاطه بالهواء.

#### ج- مزارع الأغشية المغذية الرقيقة: "NFT" (Nutrient Film Technique)

تتواجد جذور النباتات في الأغشية المغذية بين طبقتين من البلاستيك، تحصران بينهما حيزاً ضيقاً، ينساب فيه المحلول المغذي بصورة دائمة على شكل غشاء بسمك 3 ملليمتر فقط.

مزاياء وعيوب نظم الأغشية المغذية:

من أهم مميزات نظم الأغشية المغذية:

1- لا حاجة للتعقيم بين الزراعات المتتالية؛ نظرًا لأن الأغشية البلاستيكية لا يعاد استعمالها، وفي ذلك توفير في الطاقة والجهد والوقت، بالإضافة إلى تقليل احتمالات تلوث البيئة ومصادر المياه بالمبيدات المستخدمة في التعقيم. ويكفي مجرد غسل قنوات الزراعة وخزان المحلول المغذي والأنابيب بالفورمالين، بتركيز 2% بين الزراعات المتتالية.

2- التوفير في الماء؛ نظرًا لأن المحلول المغذي يمر في نظام مغلق، فلا يتعرض للتبخر، ويستعمل أكثر من مرة.

3- يحضر المحلول المغذي ويختبر ويعدل في نقطة واحدة، ويمكن أن يتم ذلك آليًا، كما يمكن تدفئته بسهولة إلى الدرجة المناسبة، وبذلك يمكن التوفير في الطاقة.

4- يمكن مكافحة الآفات بسهولة، بإضافة المبيدات الجهازية التي تمتص عن طريق الجذور إلى المحلول المغذي.

#### ومن أهم عيوب الأغشية المغذية الرقيقة:

1- سرعة انتشار الأمراض التي تصيب النباتات عن طريق الجذور، لكن يفترض دائمًا اتخاذ الاحتياطات اللازمة؛ لمنع وصول هذه الأمراض إلى المزرعة، خاصة أنها في البداية خاليًا تمامًا منها.

2- احتمال إصابة قاعدة ساق النبات بما يشبه الاحتراق؛ نتيجة تراكم الملح على قاعدة النبات بالقرب من مكان تلامس الساق مع غشاء المحلول المغذي. ولا يحدث ذلك إلا إذا كان المحلول راكدًا في هذه المنطقة (وهو الأمر الذي يحدث إن كان بها انخفاضًا)، أو إذا كان غشاء المحلول المغذي أسمك من اللازم. وتعالج هذه المشكلة بالاهتمام بهندسة النظام؛ لضمان تدفق المحلول المغذي في غشاء المحلول بالسلك المناسب.

3- تحتاج إلى نوعية جيدة من المياه.

4- تحتاج إلى إمداد طاقة مستمر.

5- زيادة التكاليف الإنشائية نسبيًا.

ولتصميم مزرعة الأغشية المغذية الرقيقة، يتم أولاً إعداد قنوات مستوية تمامًا، وتوضع على أرضية من الأسمنت مائلة بمقدار 1%، وتصنع هذه القنوات من الخشب، أو البلاستيك، أو المعدن، أو الأسمنت. وترجع أهمية استواء القنوات إلى عدم إعطاء أية فرصة لتوقف المحلول

المغذى بأية انخفاضات قد توجد بها؛ نظرًا لأن البقع الراكدة تصبح خالية من الأكسجين بعد فترة قصيرة من تنفس الجذور.

يبلغ عرض القنوات عادة 23 سم، وارتفاعها 5 سم في مزارع الطماطم والخيار، أما طولها، فيجب ألا يزيد عن 30 - 40 مترًا كحد أقصى، ويجب أن تكون غير منفذة للماء. وفي حالة صنعها من مواد منفذة للماء، فإنه يلزم تبطينها بغشاء بلاستيكي. وفي هذه الحالة يجب أن يكون الغشاء عريضًا بالقدر الذي يكفي لتغطية القناة (Calle) ومكعبات إكثار الشتلات. ويستعمل لذلك الغرض غشاء بلاستيكي بسمك 130 ميكرون على الأقل؛ لأن الأغشية الأقل سمكًا من ذلك يمكن أن تلتصق بها الجذور وتتشابك؛ مما يجعل المحلول المغذى يمر من حول الجذور، بدلًا من أن يمر من خلالها. أما القنوات التي تصنع من مواد غير منفذة للماء، فإنها لا تحتاج إلى تبطين، ولكنها تحتاج إلى غطاء، وقد يكون هذا الغطاء من البلاستيك أو من أية مادة غير صلبة. وترجع أهمية أغطية القنوات إلى أنها:

- 1- تمنع فقد الماء بالتبخر.
- 2- تحجب الضوء عن القنوات؛ فتمنع بذلك نمو الطحالب التي تمتص الغذاء، وتؤدي إلى بقاء انسياب غشاء المحلول المغذى.
- 3- تساعد على التحكم في درجة حرارة الجذور.

من المفضل أن يكون السطح الخارجي لأغطية القنوات أبيض أو فضي اللون؛ لتقليل اكتساب الحرارة، وللعمل على عكس الضوء وتشتيته حول النبات، التي قد تكون بحاجة إليه في الظروف التي تقل فيها شدة الإضاءة. بينما يؤدي الغطاء الأسود إلى رفع درجة حرارة الهواء كثيرًا داخل القنوات في الأيام الحارة صيفًا، إلى القدر الذي قد يضر بالجذور.

أما الغطاء البلاستيكي الأبيض، فإنه لا يحجب الضوء بالقدر الكافي .. وعليه فإن الغشاء البلاستيكي المستعمل في تغطية القنوات يكون ذات لون أسود من الداخل وأبيض من الخارج. وقد تستعمل في المناطق شديدة الحرارة أغطية للقنوات، تتكون من غشاءين من البلاستيك، بينهما مسافة من الهواء الساكن؛ لتقليل التبادل الحراري.

وفي هذه النظم يتجمع المحلول المغذى بالجاذبية الأرضية في خزان، يوضع في نهاية القنوات، ثم يعاد ضخه من الخزان إلى قناة رئيسية، تكون متعامدة على النهايات العلوية للقنوات، وتزودها بالمحلول من خلال مواسير رفيعة أو صمامات خاصة. ويتم ضبط معدل تدفق المحلول

المغذى، بحيث يكون على صورة غشاء بسمك 3 مم على امتداد قاع القناة؛ لأن زيادة سمكه عن ذلك تؤدي إلى حجب الأكسجين عن الجذور.

وسواء استعمل المحلول المغذى لمدة أسبوعين أو لمدة أطول من ذلك، فإنه يلزم اختباره يوميًا؛ لتقدير الـ pH، ودرجة التوصيل الكهربى (EC)؛ فالـ pH يجب أن تظل دائمًا في حدود 6-6.5، ويعدل عند الضرورة، بإضافة الأحماض المذكورة سابقًا في حالة ارتفاع الـ pH عن 6.5، كما أن درجة التوصيل الكهربى للمحلول المغذى المقترح استعماله، تقدر بنحو 3 ملليموز / سم، فإذا انخفضت مع الاستعمال إلى 2 ملليموز / سم، لزمّت إضافة جميع المركبات المستعملة في تحضير المحلول بالقدر الذى يكفى لإعادة القراءة إلى 3 ملليموز / سم، ويمكن أن يتم ذلك كله أتماتيكيًا.

وبينما نجد أن الأكسجين يصل إلى جذور النباتات النامية في التربة مباشرة من فراغات التربة المملوءة بالهواء، فإنه يصل إلى جذور النباتات النامية في المحلول المغذى مع تيار المحلول المحتوى على الأكسجين الذائب. وعليه فإن المحلول المغذى يجب أن يتحرك بحرية حول الجذور؛ حتى يمدها بمحاجتها من الأكسجين .. فإذا توقفت حركة المحلول ما بين تفرعات الجذور الكثيفة، فإن الأكسجين يقل كثيرًا حولها، بينما يزداد تركيز الغازات الناتجة من نشاط وتنفس الجذور، مثل ثانى أكسيد الكربون، والإيثيلين وأكسيد ثنائى النيتروجين . Dinitrogen oxide وتوضع النباتات التى يراد زراعتها في مزارع الأغشية المغذية الدقيقة في أوعية خاصة، مثل: أصص البيت، أو مكعبات الصوف الصخرى، أو أقراص الجفى GVS، ويفضل استعمال مكعبات الصوف الصخرى؛ حتى لا يؤدى البيت موس الموجود في الأوعية الأخرى إلى انسداد قنوات الزراعة وسوء التهوية، وتوضع الأصص في القناة، ويحافظ على النباتات في مكانها بضم البلاستيك بمشابك خاصة.

**7- المزارع الهوائية Aeroponics:** تظل جذور النباتات في المزارع الهوائية Aeroponics عالقة في حيز مغلق، مع تعريضها - بصورة منتظمة - للمحلول المغذى في صورة ضباب، وبذلك تحصل النباتات على حاجتها من الماء والغذاء والأكسجين اللازم لتنفس الجذور، التى تبقى في هواء رطوبته النسبية 100 %، ويحقق هذا النظام أكبر استفادة ممكنة من المساحة المتوفرة من البيوت المحمية؛ نظرًا لأن النباتات تثبت في ثقب على جانبي هيكل على شكل حرف A، وقد استخدمت هذه المزارع بنجاح في إنتاج الخس.

## الفصل الثالث

### التغير المناخي

من الملاحظ أن التغير المناخي وآثاره، قد أصبح الشغل الشاغل للعالم هذه الأيام؛ فالكوارث الطبيعية كالجفاف الشديد، والمجاعة في الصومال والقرن الإفريقي، والإعصار الذي ضرب المكسيك أخيراً وبلغت سرعته 256 كم / س، وموجة الحر الشديدة في الولايات المتحدة الأمريكية، وغيرها من المظاهر - كلها مؤشرات على حدوث التغير المناخي. وقد عقد مجلس الأمن الدولي أول اجتماع له لمناقشة هذه الظاهرة، حيث صرح الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون، بأن التغير المناخي يتسارع بوتيرة خطيرة؛ مما يهدد السلم والأمن الدوليين بشكل أساسي. وقد قدر الخبراء أن ما يحدث هذه الأيام هو أكبر تغير في الغلاف الجوي منذ 65000 سنة؛ حيث يقدر أن كل ارتفاع بمقدار درجة واحدة سيخفض النمو الاقتصادي العالمي ما بين 2-3٪.

#### أسباب التغير المناخي:

التغير المناخي هو اختلال في الظروف المناخية المعتادة؛ كالحرارة وأنماط الرياح والهطول التي تميز كل منطقة على الأرض، وكذلك ارتفاع حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض؛ بسبب تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز.

ويمكن تقسيم أسباب التغير المناخي إلى مجموعتين:

#### 1- طبيعية:

- أ- ثورات البراكين؛ حيث ينبعث منها غازات الدفيئة، مثل بركاني آيسلندا وشيل.
- ب- العواصف الترابية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، التي تعاني من تدهور الغطاء النباتي وقلة الزراعة والأمطار، ومن أمثلتها رياح الخماسين وما تثيره من غبار عالق.
- ج- ظاهرة البقع الشمسية: وهي ظاهرة تحدث كل 11 عاماً تقريباً؛ نتيجة اضطراب المجال المغناطيسي للشمس؛ مما يزيد من الطاقة الحرارية للإشعاع الصادر منها.
- د- الأشعة الكونية الناجمة عن انفجار بعض النجوم؛ حيث تضرب الغلاف الجوي العلوي للأرض، وتؤدي لتكون الكربون المشع.

## 2- صناعية:

وهي المسببات الناجمة عن نشاط الإنسان، وترتبط بالنمو السكاني المتزايد بالعالم، مثل:

أ- الغازات المنبعثة من الصناعات المختلفة؛ كتكرير النفط، وإنتاج الطاقة الكهربائية، ومعامل إنتاج الأسمت، ومصانع البطاريات.

ب- عوادم السيارات والمولدات الكهربائية.

ج- نواتج الأنشطة الزراعية؛ كالأسمدة والأعلاف وعمليات إزالة الغابات والأشجار، التي تعتبر أكبر مصدر لامتصاص غازات الاحتباس الحراري، خاصةً غاز CO<sub>2</sub>.

د- الغازات المنبعثة من مياه الصرف الصحي، خاصة الميثان، الذي يعتبر أكثر خطراً بعشرة أضعاف من CO<sub>2</sub>.

## أهم مكونات غازات الدفيئة:

1- ثاني أكسيد الكربون: حيث تفيد الإحصاءات ارتفاع كميته المنبعثة في العالم .. كما أفادت الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ، بأن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد ازداد، وينتج قطاع الصناعات التحويلية 50٪ من كمية CO<sub>2</sub> المنبعثة، ويمكن السيطرة على 50٪ من كمياته المنبعثة، من خلال تركيب معدات خاصة في المصانع؛ لامتصاص هذا الغاز وحجزه.

ويظهر الجدول التالي قائمة لبعض دول العالم، وكميات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتج منها:

الدولة	كمية CO2 المنبعثة سنوياً	النسبة المئوية من الانبعاث العالمي
مجموع الانبعاث العالمي	27.2 مليون طن	100%
الولايات المتحدة	6.0 مليون طن	22%
الصين	5.0 مليون طن	18%
الاتحاد الأوروبي	3.1 مليون طن	11%
روسيا	1.5 مليون طن	6%
الهند	1.3 مليون طن	5%
اليابان	1.3 مليون طن	5%

2- أكسيد النيتروجين: حيث ازدادت نسبة انبعاثه بمقدار 30% في الفترة ما بين عامي 1998 إلى 2005؛ بسبب زيادة النشاط الصناعي، وتضاعف أعداد المركبات، ويساهم القطاع الصناعي بنسبة 35% من الكمية المنبعثة.

3- الميثان (NH4) وهو ينبعث بكميات أقل من ثاني أكسيد الكربون، ولكن خطورته أكبر بكثير.

### التأثيرات الناتجة من التغير المناخي:

#### 1- تأثير ارتفاع مستوى البحر على دلتا النيل:

يتوقع الفريق الحكومي الدولي المعنى بتغير المناخ (IPCC)، أن يرتفع مستوى سطح البحر بنسبة تصل إلى 59 سم في أسوأ السيناريوهات، والتي يُتوقع أن تحل عام 2100، ووفقاً للدراسات المنقولة عن هذا الفريق، فإن تغير المناخ يمكن أن يؤدي إلى فقدان نسبة لا بأس بها من الجزء الشمالي من دلتا النيل عن طريق مزيج من الفيضانات والتآكل. ومن شأن الارتفاع بمقدار 0.5 م في مستوى سطح البحر، أن يؤدي إلى خسائر في الأراضي والمنشآت والسياحة بأكثر من 32,5

\$ مليار دولار أمريكي في محافظة الإسكندرية وحدها، وقطع مدينة الإسكندرية من الدلتا. وبالفعل فقد زادت عملية النحر في دلتا النيل منذ بناء السد العالي في أسوان خلال عقد السبعينيات من القرن العشرين، بعد أن حصر الكثير من رواسب النيل. علاوة على ذلك، يُحتمل وقوع خسائر كبيرة في الأراضي الزراعية؛ نتيجة تملح التربة.

يختلف مدى ضعف دلتا النيل، الذي من شأنه أن يزيد من ارتفاع مستوى سطح البحر؛ حيث تشير تقديرات إحدى الدراسات التي أجريت عام 2003، إلى أن 30٪ من الدلتا والساحل الإسكندري معرضة للخطر، و55٪ وصف بأنه "غير معرض للخطر" و15٪ محمية بشكل مصطنع. المناطق شديدة الخطورة تقترب من الدلتا، وتشمل أجزاء من محافظات الإسكندرية، والبحيرة، ودمياط وبور سعيد. ووفقاً لعمران فريهي - وهو باحث متقاعد - فإن السلطات تنفق 300 مليون دولار أمريكي لبناء جدران من الخرسانة؛ لحماية شواطئ بحر الإسكندرية. ويجري إلقاء الرمال في بعض المناطق؛ لتجديد الشواطئ المتناقصة. ووفقاً لتقرير نشر في صحيفة الجارديان، فإن مسئولى البيئة المصريين الرسميين لا يؤمنون بتغير المناخ وأنه حقيقي، أو مقتنعون بأنها مشكلة كبيرة؛ بحيث إن التدخل البشرى لا طائل منه.

## 2- تأثير تغير المناخ على الأمن الغذائي؛

\* من المتفق عليه - بوجه عام - أن تغير المناخ ناجم عن نشاط الإنسان، بما في ذلك الإنتاج الصناعي وعوادم السيارات وقطع الأشجار. وهذه الأنواع من الأنشطة تزيد في تركيز ثاني أكسيد الكربون والميثان والأكسيد النترى، وغيرها من غازات الدفيئة في الجو، وقد أوصت (الهيئة الحكومية الدولية) المعنية بتغير المناخ، أنه إذا ما استمر الاتجاه الراهن في انبعاثات الكربون، فإن درجات الحرارة سوف تزيد بنحو درجة مئوية واحدة بحلول عام 2030، وبدرجتين مئويتين في نهاية القرن القادم. ومن جهة أخرى، فإن هذه الزيادة ربما ستكون لها تأثيرات متباينة باختلاف الأقاليم. فالتأثيرات على الزراعة مثلاً سوف تكون أكثر ضرراً في المناطق الاستوائية مما هي عليه في المناطق المعتدلة، وسوف تستفيد البلدان المتقدمة بقدر أكبر؛ لأن من المقدر أن تزيد إنتاجية الحبوب في كندا وشمال أوروبا وبعض أنحاء روسيا. وعلى العكس من ذلك، فإن من المحتمل أن تتأثر بصورة سلبية البلدان النامية الأشد فقراً في الوقت الراهن خلال السنوات الخمسين إلى المائة القادمة، مع تقليص في مساحة الأراضي الزراعية وإنتاجياتها المحتملة. وسوف تكون إفريقيا وجنوب الصحراء أشد المناطق تضرراً؛ وذلك بسبب عدم مقدرتها على التلاؤم بقدر كاف، من خلال توفير الموارد الضرورية، أو من خلال زيادة وارداتها من الأغذية.



\* ويمكن فهم المشكلات التي تواجه المزارعين على نحو أفضل إذا ما درس المرء تأثير تغير المناخ على الطقس أو هطول الأمطار؛ ذلك لأن درجات الحرارة وأشعة الشمس هي العوامل الرئيسة الكامنة وراء الإنتاج الزراعي. فتغير المناخ يمكن أن يغير في هذه العوامل؛ مما يسبب تهديداً خطيراً لتوافر المياه، وتقليصاً في الإنتاجية الزراعية، وانتشار الأمراض التي تحملها القوارض إلى مناطق جديدة، وزيادة الفيضانات؛ بسبب ارتفاع منسوب البحار، وأيضاً بسبب هطول الأمطار الغزيرة. فتغير المناخ هو - في واقع الأمر - السبب الرئيس لتقلبات الإنتاج من عام إلى آخر في البلدان المتقدمة والنامية على السواء. وتشير دراسة أعدتها منظمة الأغذية والزراعة في عام 1996 إلى أن أشد البلدان انخفاضاً في إنتاج الحبوب سوف يحدث في البلدان النامية؛ حيث يتوقع أن يبلغ متوسط هذا الانخفاض نحو 10 في المائة. ويجب التنويه إلى أن انخفاضاً متوقعاً ما بين 2-3 في المائة في إنتاج إفريقيا من الحبوب في عام 2020، سوف يكون كافياً لوحده لتعرض نحو 10 ملايين شخص للأخطار. وتستلزم هذه التأثيرات جهوداً للتكيف، يصعب تحملها من قبل السكان الذين تقل لديهم إمكانيات الحصول على الموارد أو المدخرات الضرورية. وفي واقع الأمر، فإن التأثيرات الحقيقية سوف تحدث في المناطق التي يتميز فيها الإنتاج الغذائي حالياً بأنه حدى غالباً.

وفيما يلي بعض تأثيرات تغير المناخ على إنتاج الأغذية، والتي تبدو ملموسة فعلاً وتطرّد وتيرتها بسرعة أعلى مما كان متوقعاً من قبل:

- ترتفع درجات الحرارة الإقليمية في خطوط العرض الشمالية العليا، وفي وسط بعض القارات.
- يسبب ارتفاع درجات الحرارة في إجهاد المحاصيل والماشية، مثال ذلك: ارتفاع درجات الحرارة في الليل يمكن أن يؤثر بصورة سلبية على تكوين الحبوب، وعلى الجوانب الأخرى لنمو المحاصيل.
- احتمال انخفاض منسوب الأمطار في بعض مناطق انعدام الأمن الغذائي؛ كالجنوب الأفريقي والمنطقة الشمالية من أمريكا اللاتينية.
- زيادة معدلات التبخر؛ بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وهبوط مستويات رطوبة التربة.

- تركز هطول الأمطار في عدد ضئيل من الفترات المطيرة، والزيادة في عدد أيام الأمطار الغزيرة؛ مما يؤدي إلى أخطار الانجرافات والسيول.
- التغيرات في التوزيع الموسمي لهطول الأمطار، مع نقص الهطول في فصل نمو المحاصيل الرئيسية.
- ارتفاع منسوب مياه البحار؛ الأمر الذي يؤدي إلى إغراق أجزاء من بعض البلدان الكثيفة السكان، والمعرضة للفيضانات؛ مما يسبب نزوح الملايين لاختلالات في إنتاج الأغذية وإمداداتها؛ بسبب تزايد وتيرة وشدة الأحداث غير المألوفة.
- ونظرًا لأن انعدام الأمن الغذائي يتوقف على الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية أكثر مما يتوقف على الأوضاع الزراعية المناخية، فإن الأساليب التي يمكن فيها لتغير المناخ أن يؤثر على مقدرة السكان في الحصول على ما يكفيهم من الأغذية، تعتبر بالغة التعقيد. وإذا كان الأمن الغذائي سوف يعتمد في المستقبل - بصورة رئيسة - على العلاقات المتبادلة بين الاستقرار السياسى والاقتصادى والاجتماعى، وعلى التقدم التكنولوجى، والسياسات، والأسعار الزراعية، وزيادة معدل الدخل الفردى، والدخل الوطنى، وتقليص ظاهرة الفقر، وتعليم المرأة، والتجارة، وتغير المناخ من جهة أخرى - فإن تغير المناخ يمكن أن يؤثر في التوافر المادى للإنتاج الغذائى، من خلال التغيرات في درجات الحرارة، وفي هطول الأمطار، وفي مقدرة السكان على الحصول على الأغذية؛ نتيجة لانخفاض دخولهم من الصيد الساحلى؛ بسبب ارتفاع منسوب مياه البحار، أو في تراجع حصيلة البلاد من العملة الأجنبية؛ بسبب تدمير محاصيلها التصديرية؛ نتيجة زيادة وتيرة الأعاصير الاستوائية.

### دور الزراعة فى تخفيف تأثيرات تغير المناخ؛

إن الزراعة ذاتها مسئولة عن نحو ثلث انبعاثات غاز الدفيئة؛ فالأنشطة مثل حرث الأرض والزراعة الانتقالية (احصد واحرق) لأغراض التوسع الزراعى، تسبب في إطلاق غاز ثانى أكسيد الكربون في الهواء. وإن أكثر من 40 في المائة من غاز الميثان الذى يسببه الإنسان، يتأتى من انحلال المواد العضوية في حقول الأرز المغمورة بالمياه. كما أن نحو 25 في المائة من انبعاثات الميثان في العالم تتأتى من الماشية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الزراعة مسئولة عن 80 في المائة من انبعاثات أكسيد النيتروز، التى يسببها الإنسان من خلال تحلل الأسمدة، ومن روث الماشية وبولها. ومن جهة أخرى، يمكن الحد كثيرًا من انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الزراعة،

كما يمكن عمل الكثير لتقليل تأثيرها على الإنتاج، وعلى سبل معيشة المزارعين، وخصوصًا في البلدان النامية، وذلك باتباع كل أو بعض تلك الوسائل:

1- يمكن للمزارعين استخدام آليات التكيف التي تقاوم تغير المناخ، من خلال أنشطة بعينها؛ كاستخدام أنواع المحاصيل المقاومة للجفاف أو الملوحة، واستخدام موارد المياه على نحو أكفأ، والتحسين في إدارة الآفات. ويمكن أن تشمل التغييرات في الأنماط الزراعية، تقليص استخدام الأسمدة، وتطوير إدارة إنتاج الأرز، وتحسين الأعلاف، وإدارة فضلات الماشية على نحو أفضل. إضافة إلى ذلك، يتعين على الحكومات الوطنية أن تضطلع بدور مهم في تطبيق سياسات استخدام الأراضي، التي تحد من التوسع في أسلوب (احصد واحرق)، وبدلاً من ذلك تشجع تربية الماشية على نحو مكثف، فضلاً عن إتاحة مزيد من الفرص للعمالة في الريف.

2- كذلك يمكن أن يكون امتصاص الكربون وسيلة يمكن للزراعة - من خلالها - أن تسهم بصورة إيجابية في تخفيفه، فضلاً عن تزايد أهميته الاقتصادية والبيئية في سياق بروتوكول كيوتو. وتشير التقديرات إلى أن مساهمة الأراضي المحصولية في امتصاص الكربون خلال العشرين إلى الثلاثين سنة القادمة، تتراوح بين 450 - 610 ملايين طن من الكربون كل عام. وبتطبيق أساليب أفضل في إدارة الأراضي (تحسين تسميد التربة، وإدارة المياه، ومكافحة التعرية، وتحويل الأراضي المحصولية في البلدان الصناعية إلى غابات دائمة أو مراعى أو نظم إيكولوجية، ومحاصيل الكتلة الحية، وحرث التربة لصيانتها، وغير ذلك)، يمكن أن تعزز كثيراً في دور الزراعة كبالوعة رئيسة للكربون، وكآلية تعويضية بشأن إسهام الزراعة في غازات الدفيئة.

3- كما يمكن أن تلعب الزراعة دوراً في تقليص احتراق الوقود الأحفوري. ومن الممكن استبدال نحو 20 ٪ من استهلاك الوقود الأحفوري في الأجل القصير، باستخدام وقود الكتلة الحية. ففي البرازيل تسير نحو 6 ملايين سيارة باستخدام جزئى للكحول المستخلص من قصب السكر. وفي الصين حالياً نحو 10 ملايين جهاز محلل للروث، ينتج وقوداً نظيفاً للطهى، وسماداً عضوياً.. فالأعشاب سريعة النمو والبذور الزيتية والمخلفات الزراعية، تتيح إمكانات كبيرة كبداية لتوليد الطاقة. ومن المهم الإشارة إلى أن هذه المبادرات المتعلقة بالطاقة العضوية، لها أيضاً تأثير إيجابى على التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الريف.

4- والاستجابة للسياسات لا يمكن أن تقتصر على تعزيز الدور التخفيفى للزراعة، لكنها تستطيع - في الوقت ذاته - أن تقلل من إمكانات تعرض الفقراء لانعدام الأمن الغذائى. ويمكن إتاحة فرص جديدة للعمل في الريف، في إطار الجهود لاستبدال الوقود الأحفوري بوقود عضوى.

إضافة إلى ذلك، فإن برامج امتصاص الكربون يمكن أن تساعد في زيادة الإنتاج الزراعي، وفي تحسين استدامته عمومًا. وبغض النظر عن المنهج، فإن من الواجب إدخال التغييرات التكنولوجية والمؤسسية الآن، قبل أن يصبح تأثير تغير المناخ أمرًا لا يمكن تفاديه. والأكثر من ذلك أهمية، هو أن من الواجب التصدي للفقر، وتخفيف وطأته، إذا ما أريد الحد من آثار تغير المناخ مع نهاية القرن القادم.

### التكيف عامل حاسم لإنجاح الزراعة في ضوء ظاهرة تغير المناخ:

ولا شك في أن الغازات الناجمة عن الاحتباس الحراري والزراعة مترابطة بصورة معقدة؛ فالزراعة تسهم بنسبة 14 في المائة من مجمل غازات الاحتباس الحراري في طبقات الجو العليا؛ بسبب الزراعة التي تعتمد على الطاقة المكثفة، وبالتالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون، ومن خلال زراعة الأرز وتربية الماشية التي ينبعث منها غاز الميثان، والأسمدة التي تطلق أكسيد النيترات، وحتى الأتربة والنباتات ووسائل الزراعة المحسنة، التي تحول الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون؛ كي يبقى خارج طبقات الجو

التغير المناخي ستكون له تداعيات جذرية على قطاع الزراعة؛ فطبقًا للمعهد الدولي لأبحاث السياسات والغذاء، فإن المياه ستصبح أكثر تفاوتًا في توفرها، فيما ستسهم الفيضانات وحالات الجفاف في التأثير سلبيًا على المحاصيل، كما ستغمر مياه البحر المالحة بعض المناطق الساحلية المنتجة للغذاء، فيما ستراجع معدلات إنتاج الغذاء في بعض المناطق الداخلية غير المطلة على البحر.

"لقد بدأت هذه التغييرات تخلف آثارًا موثقة على الإنتاج الزراعي، في غلال المحاصيل ومراحل نموها، وممارسات إدارة المحاصيل، والأمراض الزراعية وآفات مثل الحشرات، واستيلاد الماشية ومعدل الإنتاج."

### التطور التطبيقي:

ثاني أكسيد الكربون غاز ضروري لعملية التخليق الضوئي، أي العملية التي تعتمد عليها النباتات الخضراء لتحويل الماء وأشعة الشمس إلى غذاء وأكسجين. وستعمل الزيادات في تكتلات ثاني أكسيد الكربون في طبقة الجو العليا على زيادة معدلات التخليق الضوئي؛ الأمر الذي سيؤدي إلى تسريع نمو وتطوير العديد من أصناف النباتات.

لكن، يواكب تصاعد ثاني أكسيد الكربون ارتفاع في حرارة الأرض، كما ذكر سيزار إيزورالدى بجامعة ماريلاند، ويرجح أن يتسبب ارتفاع الحرارة - خلال السنوات الخمسين إلى المائة القادمة - في خفض حبوب الذرة والذرة البيضاء والقمح والقطن والفسطقان.

أما بول جيبتس، عالم الوراثة وأستاذ الزراعة بجامعة كاليفورنيا - ديفيس، فقد رسم بالتفصيل إستراتيجيات لتكييف الزراعة مع المناخ المتغير. ومن هذه الإستراتيجيات:

- 1- تبديل المحاصيل.
  - 2- اعتماد خليط من المحاصيل؛ كي تساهم درجات الحرارة المتغيرة.
  - 3- زيادة التنوع الأحيائي للمحاصيل؛ بغرض تقوية المنظومات الزراعية، واستنباط نباتات تتحمل الجفاف والسخونة، وغيرها من المؤثرات.
  - 4- زراعة المحاصيل كالمعتاد، والسماح للتغير المناخي بفرز تطورها. وعن ذلك قال جيبتس: (هذه ممارسة من التطوير التطبيقي؛ فإذا توفر التنوع الأحيائي، سيعمل المناخ تلقائيًا على انتقاء المحاصيل وأصنافها، بحيث تكون أفضل تكيّفًا وتأقلمًا مع الظروف المناخية المتغيرة).
- يمكن تطبيق عدة تكيّفات بكلفة متدنية، لكن التقديرات الشاملة لتكاليف التكيّف وفوائده ليست متوقّرة حاليًا.

يزداد عدد تقديرات تكاليف التكيّف وتكاليف الفوائد على المستوى الإقليمي والمستوى المشروع لارتفاع مستوى البحر والزراعة والطلب على الطاقة والتبريد وإدارة الموارد المائية والبنى التحتية. تحدّد هذه الدراسات عددًا من التدابير التي يمكن تطبيقها بتكلفة منخفضة، أو بنسب تكاليف وفوائد عالية، إلا أن بعض التكيّفات المشتركة قد تحمل معها مظاهر اجتماعية وبيئية مختلفة؛ فقد تضمنت التكيّفات مع موجات الحر مثلًا طلبًا متزايدًا على المكيفات الهوائية التي تعتمد على الطاقة.

لا تعتبر القدرة على التكيّف متساوية عبر المجتمعات؛ فهناك أفراد ومجموعات لا يتمتعون بالقدرة الكافية للتكيّف مع التغيّر المناخي. على سبيل المثال، تحمل النساء في مجتمعات زراعة الكفاف أعباءً غير متوازنة.

إن القدرة على التكيف ديناميكية، وتتأثر بالموارد الاقتصادية والطبيعية والشبكات الاجتماعية والحقوق والمؤسسات .. على سبيل المثال، أظهرت الأبحاث في الكاريبي حول الاستعداد لمواجهة الأعاصير، أن التشريعات الملائمة شرطٌ مسبقٌ ضروري لتطبيق خطط التكيف للتغير المناخي في المستقبل.

### **التكيف (الأقلية) مع مسببات الإجهادات المتعددة في الهند :**

لا تعتبر القدرة على التكيف موزعةً بشكل جيد في البلدان؛ ففي الهند مثلاً، يمثل كل من تغير المناخ والتحرر التجاري إطارَ الإنتاج الزراعي. فيستطيع بعض الفلاحين أن يتكيف مع تغير هذه الأوضاع بما في ذلك الظواهر الحفّية، كالجفاف والتغيرات السريعة في أسعار السلع، فيما البعض الآخر عاجز عن ذلك. وتقدّم عملية تحديد المناطق التي تشهد نتائج سلبية من جرّاء العمليتين خطوة أولى نحو تحديد الخيارات والعوائق، التي تقف في وجه التكيف مع الأحوال المتغيرة.

أمثلة عن الخيارات الحالية والمحتملة للتكيف تجاه التغير المناخي في القطاعات المعرضة .. من شأن إستراتيجيات التخطيط العامة أن تحسّن القدرة على التكيف طبيعياً.. من الأمثلة على هذه الإستراتيجيات: تحسين ممرات الحياة البرية، ومن بينها المنحدرات المرتفعة الواسعة في المناطق المحمية.

عنصر تغير المناخ	الصناعة	الصحة	الموارد المائية	الزراعة
الجفاف	1- إدخال التغير المناخي في برامج التنمية. 2- تحسين أنظمة توفير المياه.	1- تخزين الحبوب 2- توفير مياه شرب سليمة. 3- توفير الصرف الصحي. 4- التواصل مع الأسواق العالمية.	1- الحد من الإسراف في المياه. 2- المحافظة على رطوبة التربة، من خلال الغطاء العضوي الواقى. 3- تحلية مياه البحر. 4- المحافظة على المياه الجوفية. 5- تعزيز ثقافة المحافظة على قطرة الماء. 6- زيادة الخدمات المقدمة.	1- تطوير المحاصيل التي تتحمل الجفاف. 2- الزراعة بدون تربة (الهيدروبونيك). 3- زراعة المحاصيل البينية. 4- المحافظة على بقايا المحاصيل. 5- إعادة النظر في نظم الري. 6- زيادة الخدمات المقدمة. 7- تخفيف الدين.
الفيضانات	1- تحسين البنية التحتية للحماية من الفيضانات. 2- تغيير استخدام الأرض في مناطق الفيضانات. 3- فتح منافذ لسريان مياه الفيضانات. 4- وضع خرائط لمواقع الفيضانات والإنذار منها. 5- وضع برامج مساعدة للمجموعات	1- وضع أنظمة للإنذار. 2- التخطيط لمواجهة الكوارث والإغاثة. 3- أنظمه مراقبة دولية لحالات الطوارئ المرضية. 4- تعزيز المؤسسات العامة والأنظمة الصحية. 5- تدابير للحد من تأثيرات الحرارة المنخفضة.	1- تطبيق وتحسين طرق الحماية (التنبؤ-الإنذار المبكر). 2- تحديد المناطق المعرضة لهذه الكوارث، والعمل على تخطيطها لمواجهةها.	1- العمل على صرف المياه. 2- تطوير المحاصيل البديلة. 3- تصحيح مواعيد الزراعة والحصاد وأنظمة الزراعة. 4- توسيع الخدمات.

عنصر تغير المناخ	الصناعة	الصحة	الموارد المائية	الزراعة
	المتضررة. 6- العمل على تحسين القدرة على التكيف أو الأقلية.			
العواصف (سرعة الرياح)	1- بنية تحتية أكثر مرونة. 2- الاستعدادات للحالات الطارئة، ومنها الإنذار المبكر. 3- إدارة المخاطر المالية في جميع المناطق.	1- أنظمة الإنذار المبكر. 2- التخطيط لمواجهة الكوارث. 3- الإغاثة الطارئة.	1- تصميم الدفاعات الساحلية، وتطبيقها لحماية مخزون المياه من التلوث.	1- تطوير المحاصيل المقاومة للرياح، مثل الفانيليا.
موجات الحرارة	1- وضع برامج مساعدة للمجموعات الضعيفة. 2- تحسين القدرة على التكيف والتغير التكنولوجي.	1- تعزيز المؤسسات العامة والأنظمة الصحية. 2- أنظمة الإنذار من الحرارة (محلية ودولية). 3- تدابير للحد من الحرارة المرتفعة، من خلال تأهيل مساحات خضراء. 4- تكييف الملابس ومستويات الأنشطة. 5- زيادة شرب السوائل.	1- تعزيز ثقافة استخدام المياه. 2- إدارة الطلب على المياه، من خلال العدادات والتسعير.	1- تطوير المحاصيل المقاومة للحرارة والجفاف. 2- تغيير توقيت الزراعة والحصاد. 3- إدارة الحرائق، من خلال تغيير نظم الزراعة.



### من الأمثلة على هذه الإستراتيجيات:

- أ- تحسين ممرات الحياة البرية، ومن بينها المنحدرات المرتفعة الواسعة في المناطق المحمية.
- ب. إذا كان التغير المناخي أسرع من المتوقع، لن تتمكن عدة بلدان نامية - ببساطة - من التعامل مع ظواهر مناخية متطرفة أكثر تكراراً أو قوة.
- ج. سيطراً التغير المناخي في دورة حياة عدد من مشاريع البنى التحتية (السدود الساحلية، الجسور، المرافئ ... إلخ)، وقد يتطلب تدعيم البنى التحتية هذه - وفقاً لمعايير تصميم جديدة - عقوداً بكاملها .. وفي عدة حالات، قد لا يكون ممكناً تدعيمها.
- د. لا يمكن تطبيق تدابير التكيف في عدة مناطق عند مصبات الأنهار والدلتا؛ بسبب الحواجز الفيزيائية.

تحاول عمليات التخطيط الجديدة تخطي هذه الحواجز على المستوى المحلي والإقليمي والوطني في البلدان النامية والبلدان المتقدمة على حد سواء. على سبيل المثال، تطور البلدان الأقل نمواً خطط عمل وطنية للتكيف، ولقد وضعت بعض البلدان المتقدمة أطر سياسة التكيف.

### تأثير التغير المناخي على الإنتاج الزراعي:

يتوقع العلماء أن تكون لتغير المناخ تأثيرات دراماتيكية على الإنتاج الزراعي في بعض مناطق العالم .. فمن أعراضه ازدياد حدوث موجات الجفاف واشتدادها، وارتفاع معدل درجات الحرارة، وازدياد الأمطار في بعض المناطق. وبما أن الزراعة تعتمد على المناخ إلى حد بعيد، فإن لهذه التغيرات تأثيرات كبيرة على المحاصيل. وعلى رغم اختلاف تقديرات الخسائر الزراعية، فهناك إجماع - واسع النطاق - على أن المحاصيل سوف تتأثر إلى حدّ ما، انهياراً أو تناقصاً. وستكون المناطق الحساسة في العالم هي الأكثر تضرراً بانخفاضات الإنتاج الغذائي؛ وسبب ذلك جزئياً أن مناطق مثل جنوب الصحراء الإفريقية وأجزاء كثيرة من آسيا، تواجه حالياً مناخاً أدهأ مما في الماضي، وتعاني - بشكل أكبر - من الجفاف والفيضانات. وهناك سبب مهم آخر لازدياد تأثير هذه المناطق بالمقارنة مع العالم المتقدم، هو الافتقار لقدرة التكيف مع تغير المناخ. وما لم يتم تطوير واعتماد إستراتيجيات تكيف فعالة، فسيؤدي هذا الانخفاض في الإنتاج الزراعي إلى انعدام الأمن الغذائي لملايين الناس. وقد قدر برنامج الغذاء العالمي أن عدد الأشخاص المعرضين للجوع، سوف يزداد بنسبة تراوح بين 10 و 20 %، بحلول سنة 2050؛ نتيجة تغير

المناخ. في مواجهة هذه الأخطار، يتم حالياً «هندسة» بذور تتحمل ضغوطاً مناخية محددة، كإستراتيجية للتكيف مع عواقب تغير المناخ على الزراعة وعلى الأمن الغذائي.

### استغلال مناخى:

منذ آلاف السنين، تكيف المزارعون مع التغيرات المناخية من خلال عملية «اختيار البذور». على سبيل المثال، يتم حفظ بذور المحاصيل التي تحتاج إلى قليل من المياه، ويعاد زرعها لتنمو في فترات الجفاف. لكن عملية الاختيار الطبيعي هذه بطيئة، وقد تستغرق البذور المناسبة سنوات وحتى عقوداً لكي تغلّ محاصيل كافية. لذلك استخدمت التكنولوجيا الحيوية الزراعية في السنوات الأخيرة؛ لتطوير محاصيل تقاوم مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات. ويتم إدخال عنصر المقاومة باستعمال الهندسة الوراثية. وفي الوقت نفسه، عمدت الشركات ذاتها التي طورت محاصيل تتحمل مبيدات الأعشاب والآفات، إلى تطوير هذه المبيدات.

وإذ لاحت الأزمات المناخية والغذائية في الأفق، حولت شركات التكنولوجيا الحيوية الزراعية تركيزها إلى ما يدعى بذوراً «جاهزة مناخياً» Climate-ready seeds .. وهذه بذورها معدلة وراثياً، يتم تطويرها لتكتسب قدرات مقاومة للجفاف وارتفاع درجات الحرارة وازدياد المتساقطات. وقد عمدت كبرى شركات البذور في العالم - بما فيها مونسانتو وسينجنتا ودوبون بيونير وBASF وباير - إلى تركيز أبحاثها على تطوير بذور مقاومة للجفاف؛ نظراً إلى أن المياه من العوامل الرئيسة المقيدة للزراعة. ويتم تسويق فكرة البذور الجاهزة مناخياً، مثل الذرة التي تتحمل الجفاف، كوسيلة للتكيف مع تغير المناخ. كما يتم الترويج لاستعمال التكنولوجيا الحيوية والبذور الجاهزة مناخياً كإستراتيجية للحكومات وصانعى السياسة والمجتمع المدني؛ للتكيف مع تغير المناخ، وكسر مخاوف الأمن الغذائي. لكن هناك أيضاً قدر كبير من الانتقاد لهذا الترويج؛ لذلك فإن السؤال هو: هل سيثبت أن التكنولوجيا الحيوية الزراعية المنتجة لبذور جاهزة مناخياً هي إستراتيجية ناجحة للتكيف مع تغير المناخ، أم أن الأزمات المناخية والغذائية تُستخدم كذريعة للشركات القوية كي تزيد أرباحها؟

## تأثير التغير المناخي على القطاع الزراعي والقطاعات الأخرى:

### 1- الأراضي الزراعية:

حسب دراسات جرت في مصر، فإن ارتفاع مستوى سطح البحر سيؤدي إلى غرق 1% على الأقل من مساحة مصر؛ مما يعني فقدان 15% من أراضيها الخصبة المأهولة بالسكان، كما سيكون للتغير المناخي تأثير سلبي على المناطق الزراعية الهامشية؛ مما سيزيد من معدلات التصحر، كما يتوقع ضياع 12% من أفضل أراضي دلتا النيل الزراعية، مع ارتفاع مستوى سطح البحر 1 متر، بينما ترتفع النسبة إلى 25% مع ارتفاع 3 أمتار في مستوى البحر، و35% مع ارتفاع 5 أمتار. ويتوقع تغير خريطة التوزيع الجغرافي للمحاصيل الزراعية مع تقليل إمكانية زراعة المناطق الهامشية؛ بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وبالنسبة ستنقص مساحات الرقعة الزراعية، ويزيد الجفاف. وقدرت مساحة الدمار الحاصل في الغابات الأوربية بحوالى 650 ألف هكتار عام 2003؛ بسبب التغير المناخي.

### 2- إنتاجية المزروعات والثروة الحيوانية:

من المتوقع أن تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الأرض الزراعية؛ فالزيادة المتوقعة في درجة الحرارة، وتغير نمطها الموسمي، سيؤدي إلى نقص الإنتاجية الزراعية لبعض المحاصيل وحيوانات المزرعة.. ففي مصر يتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية إلى نقص إنتاجية القمح بمعدل 18% إذا ارتفعت الحرارة 4 درجات مئوية، وبمعدل 9% إذا ارتفعت الحرارة درجتان. أما الذرة الشامية فيتوقع أن تنخفض الإنتاجية بمعدل 19% بحلول عام 2050 مع ارتفاع الحرارة بمعدل 3,5 درجة، أما القطن فهو عكس المحاصيل الأخرى، ستزداد إنتاجيته بمعدل 17% مع ارتفاع درجتين، وبمعدل 31% مع ارتفاع 4 درجات، أما الأرز فيتوقع انخفاض إنتاجيته بمعدل 11%، وعباد الشمس ستخفض إنتاجيته 30%، والبندورة ستخفض إنتاجيتها 14% مع ارتفاع 1,5 درجة و51% إذا ارتفعت 3,5 درجة. أما قصب السكر فيتوقع انخفاض إنتاجيته 24,5%.

وتشير بعض الدراسات إلى أن الزراعة في العالم العربي معرضة - بدرجة كبيرة - للتغير المناخي مع خطر انخفاض إنتاج الغذاء بمعدل 50% إذا استمرت الممارسات الحالية، بما لهذا من آثار كارثية على الأمن الغذائي. وقدرة الانخفاض الحاصل في إنتاج الذرة بإيطاليا بأكثر من 35%، وفي فرنسا 30% للمحصول نفسه، و21% للمحاصيل الشتوية، و30% للمحاصيل العلفية لعام

2003. وكانت خسائر الاقتصاد في القطاع الزراعي على مستوى الاتحاد الأوروبي تقدر بحوالي 3 بليون يورو عام 2003.

### 3- الأمراض والآفات النباتية؛

إن زيادة تركيز غاز CO2 سيؤثر على الوظائف الفسيولوجية للآفات الحشرية؛ مما قد يؤدي لقصر دورة حياتها، وتزايد أعدادها بسرعة كبيرة. وخير مثال على ذلك آفة صانعة أنفاق البندورة (توتا أبسلوتا)، التي ظهرت كافة خلال العام الماضي والعام الحالي.

### 4- الصحة العامة للبشر؛

تشير الدراسات أن التغير المناخي سيؤدي دوراً في تفشي الأمراض المعدية التي تحملها الناقلات، وسيزيد من تركيز المواد المثيرة للحساسية في الغلاف الجوي؛ مما سيزيد من الأمراض الرئوية، كما سيزيد من مرض الطفح الجلدي والحفاف، وإعتماد العين، وتعرض كبار السن للإجهاد بسبب الحرارة، وزيادة نسبة الأمراض المنقولة بالمياه مثل الكوليرا.

### 5- الاستهلاك المائي للنباتات؛

إن التغير المناخي سيؤدي - حتمًا - إلى زيادة التبخر، وبالتالي زيادة استهلاك المياه في كل المجالات، خاصة الزراعية. ومن المتوقع زيادة استهلاك القمح للماء بنسبة 2,5% إذا ارتفعت الحرارة بمعدل درجتين، أما القطن فسيزداد استهلاكه بمعدل 10% مع ارتفاع درجتين، والأرز سيزداد استهلاكه 16%، وعباد الشمس 6%، والذرة الشامية 8%، وقصب السكر 2,3%. وفي الأردن - وبسبب شح مصادر المياه أصلاً - فيتوقع أن تكون المصادر المائية عاجزة عن مواكبة الحاجة المتزايدة للمياه، وسيؤدي لانخفاض نصيب الفرد السنوي من المياه، وإلى تزايد تفاقم هذه المشكلة مع الزيادة المستمرة في الطلب؛ بسبب زيادة الاستهلاك المائي، وستتأثر الزراعات البعلية - خاصة القمح والشعير وقطاع المواشي - بسبب تراجع هطول الأمطار، وزيادة الاستهلاك المائي.

### 6- البحار والأنهار والمياه الجوفية والسطحية والكتل الجليدية؛

أدى التغير المناخي في الأردن إلى جفاف مياه واحة الأزرق، وإلى تناقص مستوى مياه البحر الميت؛ بسبب التبخر الشديد وجفاف الروافد التي تغذيه، كما أدى إلى جفاف الكثير من الينابيع والجداول، وتدهور نوعية مياه الآبار الجوفية؛ بسبب الضخ الجائر، ونقص تغذية خزانات المياه الجوفية، وإلى التناقص المستمر في كميات مياه الري السطحية العذبة المتاحة للزراعة،

وتدنى نوعيتها .. كما يتوقع جفاف أهواز العراق، وتناقص الأنهار الكبيرة؛ كالنيل ودجلة والفرات واليرموك.

أما عالمياً، فقد أدى ارتفاع حرارة الأرض إلى ذوبان الكتل الجليدية في الأقطاب، وارتفاع منسوب مياه البحر بمعدل 10 سم خلال القرن العشرين، ومن المتوقع ارتفاع منسوب مياه البحر إلى 59 سم بحلول عام 2100. وفي سوريا أدى التغير المناخي إلى جفاف نهر الخابور وينابيعه، وانخفاض مناسيب المياه الجوفية في الآبار؛ مما أدى إلى انحسار المساحات الزراعية، وتراجع الثروة الحيوانية.

### 7- التنوع الحيوي:

أدى ارتفاع الحرارة إلى موت الشعاب المرجانية وتناقص أعدادها، وكذلك اختفاء وانقراض عشرات الأنواع من الكائنات البحرية في خليج العقبة. وفي البرازيل اختفت أنواع كثيرة من النباتات والحيوانات في غابات الأمازون، كما أن زيادة نسبة الكربون المذاب في مياه المحيطات سيزيد من حموضة المياه، ويهدد النظم البيئية. ويتوقع الباحثون أن 20 - 30% من الأنواع في العالم العربي سوف ينقرض إذا ارتفع معدل الحرارة 1 درجة فقط. وفي اليمن يوجد العدد الأكبر من الأنواع المهددة بالانقراض؛ حيث تبلغ 159 نوعاً، بينما لدى الصومال 17 نوعاً مهدداً، ولدى الأردن ومصر والسعودية وغيرها مجتمعة أكثر من 80 نوعاً حيوانياً مهدداً، ومن ضمنها غابات الأرز في لبنان وسوريا.

### المقترحات والتوصيات لمواجهة الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية في مجال

#### الزراعة:

1- عن طريق التكيف (الأقلمة)؛ لتخفيف الأثر السلبي، وزيادة وتحسين الأثر الإيجابي للظاهرة، ومن أمثلة ذلك:

القطن: حيث إن زراعته في أنسب ميعاد لكل منطقة مناخية سيؤدي إلى زيادة إنتاجيته بمعدل 12 - 27%، كما أن زيادة المياه المضافة سيزيد الإنتاج 9%.

القمح والذرة الشامية: حيث إن زراعة الأصناف عالية الإنتاجية قد يزيد الإنتاج لأكثر من 60%، وزراعته في أنسب ميعاد يمكن أن يزيد الإنتاج 2 - 4% في حالة القمح، و7 - 11%.

أما في حالة الذرة وعباد الشمس والطماطم وقصب السكر: تبكير الزراعة غالبًا سيزيد الإنتاج 25 - 34% للطماطم، و13 - 18% لعباد الشمس، و12% لقصب السكر.

وأهم إستراتيجيات التكيف المقترحة في هذا الشأن:

أ- استنباط أصناف جديدة تتحمل الحرارة العالية والملوحة والجفاف، وهى الظروف السائدة في ظل التغيرات المناخية، وذلك عن طريق الهندسة الوراثية.

ب- استنباط أصناف جديدة موسم نموها قصير؛ لتقليل الاحتياجات المائية اللازمة لها.

ج- تغيير مواعيد الزراعة، بما يلائم الظروف الجوية الجديدة، وكذلك زراعة الأصناف المناسبة في المناطق المناخية الملائمة لها؛ لزيادة العائد المحصولي من وحدة المياه لكل محصول.

د- تقليل مساحة المحاصيل المسرفة في الاستهلاك المائي، أو على الأقل عدم زيادة مساحة زراعتها، مثل الأرز وقصب السكر والموز والحمضيات.

هـ- زراعة محاصيل بديلة، تعطى الغرض نفسه، ويكون استهلاكها المائي وموسم نموها أقل، مثل بنجر السكر بدل قصب السكر.

و- الري في المواعيد المناسبة، وبالكمية المناسبة في كل رية؛ حفاظًا على كل قطرة ماء.

2- إنشاء برنامج وطني لبحوث التغيرات المناخية، والحد من آثارها على الزراعة، ويكون من أهدافه:

أ- زيادة قدرة القطاع الزراعي على التكيف لمواجهة التغيرات المناخية، مع التركيز على المناطق الزراعية الأكثر هشاشة.

ب- تقدير التأثير الكمي للتغيرات المناخية المتوقعة على إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية والاحتياجات المائية الزراعية والآفات والأمراض النباتية والحيوانية.

ج- العمل على الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، الناتجة عن زراعة المحاصيل المختلفة، وذلك عن طريق الممارسات والإدارة الزراعية السليمة لمختلف المحاصيل الباعثة للغازات.

د- توعية المزارعين، وتدريبهم على كيفية زراعة المحاصيل الزراعية المختلفة تحت ظروف المناخ الحالية والمتوقعة، عن طريق الإدارة المزرعية السليمة، من حيث مواعيد الزراعة المناسبة والأصناف والعمليات الزراعية؛ من صرف وري وتسميد ومكافحة.

### تقرير وزارة البيئة المصرية عن تأثير التغير المناخي على مصر:

أقرت وزارة البيئة المصرية أن تداعيات أزمة التغير المناخي سيكون لها آثار سلبية عديدة على مصر، وأشارت نتائج الدراسة التي أجرتها الوزارة إلى تكبد مدن دلتا النيل والساحل الشمالى لخسائر، تتمثل في تهجير أكثر من 2 مليون شخص يعملون بالزراعة والصيد البحري، هذا بالإضافة إلى التجارة والصناعة، وضياع 214 ألف فرصة عمل، تقدر بأكثر من 35 مليار دولار من قيمة الأرض والممتلكات.

وكشفت الوزارة في دراستها عن تأثر قطاع الزراعة بهذه الظاهرة؛ حيث من المتوقع حدوث نقص في إنتاجية المحاصيل الزراعية، وتأثيرات سلبية على الزراعة؛ نتيجة تغير معدلات وأوقات موجات الحرارة .. هذا بالإضافة إلى زيادة الاحتياج إلى الماء، وتزايد معدلات تآكل التربة؛ نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع معدلات البخر، حيث تستهلك الزراعة حوالى 85% من إجمالى الموارد السنوية للمياه بمصر، علاوة على ذلك، فإن ممارسة سبل الزراعة غير المستدامة وإدارة الري غير الملائمة، سوف تؤثر على مصادر المياه في مصر، هذا بالإضافة إلى تغير خريطة التوزيع الجغرافى للمحاصيل الزراعية، وتأثر الزراعات الهامشية، وزيادة معدلات التصحر.

وقالت الوزارة إن هذه الظاهرة سوف تؤدي إلى ارتفاع منسوب مياه البحرين الأحمر والمتوسط، وسوف يكون لذلك تداعيات سلبية على المشروعات السياحية، والتي تزيد على 600 منتجع سياحي وفندق عالمي.

كما ستتأثر تلك المشروعات والاستثمارات في ظل ارتفاع درجة حرارة المياه، خاصة بالبحر الأحمر؛ مما سيؤثر على الشعاب المرجانية، وهروب الكائنات البحرية؛ مما يصعب من عمليات الصيد، بالإضافة إلى أن نقص الشواطئ الصالحة للارتياح، سوف يؤثر سلباً على الخدمات السياحية؛ مما يؤدي إلى سرعة تدهورها، وبالتالي انخفاض معدلات السياحة، وزيادة معدلات البطالة، ولفتت الدراسة إلى إمكانية غرق بعض المناطق المنخفضة في شمال الدلتا، وبعض المناطق الساحلية الأخرى، إضافة إلى زيادة معدلات نحر الشواطئ، وتغلغل المياه المالحة في التربة، وتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية، ونقص الإنتاجية الزراعية.

وقد أظهر مسح نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، تأثير ساحل دلتا النيل ومدن الساحل الشمالى لمصر على المدى البعيد؛ نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر.. هذا إلى جانب تأثير الإنتاج السمكى؛ نتيجة تغير الأنظمة الإيكولوجية فى المناطق الساحلية، وارتفاع حرارة مياه البحار.

\* \* \*



## الفصل الرابع

### استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح ( Salt affected soils )

يطلق على الأراضي المملحة - تبعاً لأغلب المراجع الحديثة - اسم الأراضي المتأثرة بالأملاح، وأبرز صفات هذه الأراضي ارتفاع تركيز الأملاح بها. وتنتشر هذه الأراضي في أغلب قارات العالم، وتعتبر ملوحة الأرض من أهم العوامل المحددة للإنتاج الزراعي العالمي. تعاني أكثر من 7 ٪ من مساحة اليابسة كما تعاني أكثر من 15 ٪ من نسبة الأراضي الصالحة للزراعة في العالم من التملح.

وهذه الزيادة في نسبة الأملاح في التربة وفي مياه الري، بل وفي الجو المحيط بالنبات - كما يحدث في النباتات المنزوعة قرب شواطئ البحار - تؤدي إلى حدوث إجهادٍ ملحي Salt stress على النباتات، وهذا الإجهاد يؤدي إلى:

- 1 - خفض كمية المحاصيل الزراعية.
- 2- تقزم النبات أو ببطء نموه؛ لزيادة مستوى أيوني الكلوريد والصوديوم في عصارة النبات.
- 3- تؤدي إلى حدوث اضطرابٍ في التوازن الأيوني ionic imbalance داخل الخلية النباتية.
- 4- جفاف الجذور؛ لأن أملاح التربة تقوم بسحب الماء من هذه الجذور.

### تربية النباتات لتتحمل ملوحة التربة ومياه الري:

تعرف الأراضي غير الصالحة للزراعة، بأنها الأراضي ذات المشاكل، وهي تلك الأراضي التي يوجد بها انحراف حاد عن المجال المناسب لنمو النبات الطبيعي، في واحد أو أكثر من العوامل البيئية الأرضية، وتوجد ثلاثة بدائل للاستفادة من تلك الأراضي:

- 1- إصلاح التربة، وهي طريقة تتبع بنجاح عندما يكون الانحراف في العامل البيئي قليلاً، ولكنها لا تكون اقتصادية عندما يكون الانحراف كبيراً.
- 2- استخدامها في زراعة أنواع برية من النباتات، يمكنها النمو فيها، على أن يتم الاستفادة منها لصالح الإنسان أو الحيوان؛ بهدف استخلاص مركبات غذائية أو دوائية منها، أو الاستفادة المباشرة منها كغذاء للإنسان، أو كعلف للماشية، أو لإنتاج الزيوت، أو مركبات أخرى تدخل في الصناعة.

3- تربية نباتات تتحمل الانحراف في العوامل البيئية الأرضية؛ ليتمكن زراعتها بنجاح في هذه الأراضي.

### أهمية زراعة النباتات التي تتحمل الملوحة:

- 1- التوفير في كل من مياه الري وتكاليف إصلاح الأراضي الملحية
- 2- إمكانية زراعة الأراضي الهامشية، والتي لا يمكن زراعتها بالمحاصيل التقليدية.

### مقياس تحمل النبات للملوحة:

- 1- معدل تشرب البذور للماء معبر عنه بالزيادة في وزن البذور أو حجمها.
- 2- نسبة النبات.
- 3- سرعة النبات (الملوحة تؤثر على سرعة الإنبات بدرجة أكبر من تأثيرها على نسبة الإنبات).
- 4- بقاء البادرات حية تحت ظروف الملوحة.
- 5- معدل نمو البادرات.
- 6- النمو الجذري والقمي.
- 7- ارتفاع النبات.
- 8- القدرة على تكوين الخلفات.
- 9- مساحة الأوراق.

ويزداد تأثير الأملاح على النبات خلال الأجواء الجافة والحارة. وفي الأشجار المتساقطة الأوراق يظهر تأثير الأملاح غالباً في أواخر فصل الصيف .. أما في الأشجار الدائمة الخضرة، فإن تأثير الأملاح قد يظهر في أواخر الشتاء وبدايات الربيع. وغالباً فإن التملح لا يحدث في الأراضي التي تزيد معدلات الأمطار فيها عن 450 مل متر سنوياً، ما لم يتم استخدام مياه جوفية مالحة في ري هذه الأراضي، وما لم يتم الإفراط في استخدام الأسمدة الكيميائية.

أما الأسمدة العضوية والخضراء، فإنها تقى الأرض من أخطار التملح.

هنالك أصناف عديدة من النباتات المتحملة للأملاح، وهذه النباتات أصبحت تشكل أملاً كبيراً في زراعة الصحارى والأراضي غير القابلة للزراعة، سواء بالاستفادة منها بشكل مباشر -

وذلك بزراعتها كمحاصيل قابلة للاستهلاك البشرى، كما هو الحال في نبات الساليكورنيا - أو كأعلافٍ للماشية، أو الاستفادة منها بطريقة غير مباشرة، وذلك بمحاولة نقل الصفات المقاومة للأملاح من تلك النباتات إلى المحاصيل الزراعية التقليدية.

ويمكن للنباتات المقاومة للأملاح أن تحتل النمو في أوساطٍ، يتراوح معدل ملوحتها من ملوحة مياه البحر إلى درجة ملوحة تزيد عن درجة ملوحة مياه البحر، وتذكر المراجع المتخصصة أن هنالك ما يزيد عن 2500 نبات من النباتات المقاومة للأملاح، تتوزع في معظم أجزاء الكرة الأرضية؛ فنبات التريبوليوم *Tripolium* مثلاً ينمو في سيبيريا بشكل طبيعي، أما نبات الأستر تريبوليوم *Aster Tripolium* فهو ينمو في أوروبا في فصل الصيف، وقد نجحت تجربة زراعته في المناطق الدافئة في آسيا في فصل الشتاء، وهذا النبات هو من النباتات التي يمكن رعاها بمياه البحار.

كما اكتشفت أنواعٌ من الطماطم البرية التي تعيش على مياه البحار في جزيرة جالاباجوس في الإكوادور.

كما عثر كذلك على أنواعٍ من البطيخ التي تعيش على سواحل البحار في تلك الجزيرة.

يصنف النباتيون النباتات المتحملة للأملاح إلى عدة أقسام؛ فهناك المستحلات الحقيقية للأملاح *True halophytes*، وهذه النباتات تنمو في الأوساط الرطبة الغدقة، التي يزيد تركيز كلوريد الصوديوم فيها عن 0.5 %، وهنالك كذلك النباتات الصحراوية المتحملة للملوحة والجفاف *Xerohalophytes*.

### آليات تحمل النباتات للأملاح:

إن مقاومة الإجهاد الذي تسببه الأملاح على النباتات تعتمد على آليتين رئيسيتين:

الآلية الأولى: هي آلية تحمل الأملاح *salt tolerance*، والنباتات التي تعتمد على هذه الآلية في مقاومة الأملاح تقوم بتجميع الأملاح في أنسجتها.

الآلية الثانية: هي آلية تجنب الأملاح *salt avoidance*، والنباتات التي تعتمد على هذه الآلية تقوم بخفض تركيز الأملاح داخل أنسجتها، وذلك بطرح الأملاح الزائدة عبر الأوراق أو الجذور، كما يحدث في نبات المانجروف.

وبذلك فإن النباتات المتحملة للأملاح تنقسم إلى صنفين رئيسيين، من حيث آلية مقاومتها للأملاح:

1- صنفٌ إطراحي Excretive: يقوم بطرح الأملاح الزائدة.

2- صنفٌ عصاري succulents: يقوم بتجميع الأملاح في أنسجته.

وبعض النباتيين يصنفون هذه النباتات على أنها نباتاتٌ طاردةٌ للأملاح excluder ونباتاتٌ مخزنةٌ للأملاح.

النباتات المتحملة للأملاح التي تعتمد على آلية طرح الأملاح الزائدة تمتلك غددًا خاصة، تقوم بطرد الأملاح الزائدة؛ أما النباتات العصارية فإنها تعتمد على مبدأ زيادة المحتوى المائي في أنسجتها؛ حتى تقلل من سمية تلك الأملاح، كما هو حال نبات الساليكورنيا.

وبشكلٍ عام، فإن كلاً من النباتات التي تطرح الأملاح والنباتات التي تقلل من تركيز الأملاح في عصارتها، هي نباتاتٌ متجنبَةٌ للأملاح ..

أما الأعشاب البحرية التي تعيش في المياه المالحة، فهي نباتاتٌ متأقلمةٌ مع الأوساط المالحة بشكل تام؛ فمعظم هذه الأعشاب لا تقوم بطرح الأملاح، كما أنها لا تقوم بزيادة محتواها المائي؛ لأنها تتميز بمستوى ضغطٍ أسموزي (osmolality) في سيتوبلازم خلاياها مناسبٍ للضغط الأسموزي للمياه المالحة.

### تصنيف النباتات المتحملة للأملاح: Halophytes

هنالك مراجعٌ علمية تصنف النباتات المتحملة للأملاح Halophytes إلى نباتاتٍ:

1- إجبارية Obligate: وهذه تحتاج إلى قدرٍ معين من كلوريد الصوديوم في مياه الري.

2- اختيارية facultative: وهذه يمكنها أن تعيش بشكل طبيعي عندما تروى بالماء العذب.

وهذه المراجع تصنف النباتات المتحملة للأملاح على أنها نباتات المناطق الرطبة-Hydro halophytes، وهي نباتاتٌ متحملةٌ للأملاح تنمو في البيئات الرطبة كشواطئ البحار والسبخات Sabkhas .. وتنتمي لهذا الصنف معظم أنواع المانجروف والساليكورنيا .. أما الصنف الثاني فهو نباتات المناطق الجافة المتحملة للأملاح Xerohalophytes، وهي نباتات تنمو في أوساط ملحية قاحلة وجافة، وهذه النباتات تتعرض لإجهادٍ مائي (إجهاد الجفاف)، بالإضافة إلى تعرضها للإجهاد الملحي؛ وذلك بسبب انخفاض الرطوبة الجوية، ورطوبة التربة في البيئات القاحلة التي تنمو فيها هذه النباتات .. علمًا أن بعض علماء النبات والبيئة يرون أن كلاً من الإجهاد الملحي وإجهاد الجفاف هما - تقريباً - أمرٌ واحد، لكن الاختلاف بين الإجهاد الملحي والإجهاد المائي

يكون واضحاً في حال نباتات كنبات الساليكورنيا؛ فهذا النبات يتحمل الإجهاد الملحي، لكنه لا يستطيع تحمل الإجهاد المائي؛ فبإمكان الساليكورنيا أن تعيش في الصحراء إذا قمنا بريها بماء البحار، لكنها تموت خلال بضعة أيام إذا قمنا بالتوقف عن ريها.

وعلى كل حال، فإن من أمثلة نباتات المناطق القاحلة المتحملة للجفاف والملوحة شجيرة الأراك أو السلفادورا بيرسيكا.

أما من الناحية المورفولوجية أو التشريحية، فإن بعض النباتات المقاومة للأملاح، تتميز بوجود حويصلات ملحية على الأوراق؛ حيث تقوم هذه النباتات بتجميع الأملاح وتخزينها في تلك الحويصلات.

### مقاومة الأملاح على مستوى الخلية النباتية؛

إن وصول أيونات الصوديوم إلى الخلايا الحارسة لمسام أوراق النبات، يمنع عنصر البوتاسيوم من تادية وظيفته في تنظيم عمل مسام النبات، ويبقيها مفتوحة أو مغلقة بشكل دائم، فإذا بقيت المسام مفتوحة بشكل دائم، فقد النبات سوائله عن طريق التبخير، وحصل انهياراً في التوازن المائي داخل النبات، وإذا أغلقت هذه المسام بشكل دائم تعذر على النبات الحصول على الغازات اللازمة لإتمام عمليتي التنفس والبناء الضوئي.

أى أن عمل المسام يتعطل عند وصول أيونات الصوديوم إلى سيتوبلازم الخلايا الحارسة لمسام الأوراق في النباتات التي لا تتحمل الأملاح. وهذا يعني أن آلية عمل المسام في النباتات الكارهة للأملاح، تختلف عن آلية عمل المسام في النباتات المتحملة للأملاح، حتى أن بعض الدراسات العلمية تقول إن الخلايا الحارسة للمسام في النباتات المتحملة للأملاح، تستخدم أيونات الصوديوم بدلاً من البوتاسيوم للقيام بعملها.

وهكذا فإن ضغط الأملاح يثبط نمو الخلية النباتية؛ وذلك لأن إغلاق النبات للمسام، يقلل من كمية ثاني أكسيد الكربون الداخلة إلى الخلية، والذي يستخدمه النبات في عملية البناء الضوئي، وكذلك فإن الإجهاد الملحي يثبط انقسام الخلية النباتية، ويكون هذا عند تعرضها لإجهاد ملحي.. وهذا النمط من الصفات ينشط كذلك عند تعرض الخلية النباتية للإجهادات الأخرى؛ كالجفاف والبرودة، وغالباً فإن مثل هذه الصفات لا تنشط في الظروف الطبيعية.

وكما ذكرنا سابقاً، فإن هنالك علاقة واضحة - في بعض النباتات المتحملة للأملاح - بين مستوى الأيونات القلوية، وبين المحتوى المائي لهذه النباتات؛ فكلما ازداد مستوى الأيونات

القلوية، كلما ازداد المحتوى المائي، والنبات يقوم بعملية زيادة المحتوى المائي داخل أنسجته وخلاياه؛ حتى يقلل من سمية هذه الأيونات.

وكذلك، فقد لوحظ أن أوراق النباتات المقاومة للأملاح تحوى عددًا أكبر من الجسيمات الميتاكوندرية mitochondria، كما أن الجسيمات الميتاكوندرية في أوراق النباتات التي تتعرض للإجهاد الملحي تكون أكبر حجمًا؛ وذلك لأن النباتات التي تتعرض للإجهاد الملحي تحتاج إلى قدرٍ إضافي من الطاقة؛ حتى تتخلص من الأملاح الزائدة، وحتى تستطيع امتصاص الماء من التربة.

إن مقدرة النبات على مقاومة الأملاح لا تعنى المقدرة على التعامل مع أيونات الصوديوم فحسب؛ بل تعنى كذلك مقدرة هذا النبات على امتصاص وتخزين عنصر البوتاسيوم؛ لأن امتصاص النبات للبوتاسيوم يتأثر عند زيادة تركيز الصوديوم؛ نظرًا للتشابه الشديد بين أيونات هذين العنصرين.

وكذلك فإن تعرض النبات للإجهاد الملحي - وغيره من الظروف غير الملائمة - يؤدي إلى زيادة حمض الأبسيسيك Absciscic Acid أو ABB في الخلية النباتية .. وزيادة تركيز حمض الأبسيسيك يرتبط بزيادة مستوى أيونات البوتاسيوم، وهو الأمر الذى يؤدي إلى ازدياد مقدرة النبات على مقاومة الأملاح، وهذا الأمر غالبًا ما يقتصر على النباتات المقاومة للأملاح .. أما صفة الـ HKT1 فهو عبارة عن ناقل لعنصر الصوديوم من الأجزاء الهوائية في النبات إلى المجموع الجذرى وبالعكس.

وكما نعلم جميعًا، فإن تركيز الأملاح في سطرين سائلين متماسين، يتجه من الوسط الأكثر تركيزًا إلى الوسط الأقل تركيزًا، إلى أن يحصل تعادلٌ في تركيز الأملاح بين هذين الوسطين .. وهكذا فإن أملاح التربة تقلل من مقدرة النبات على امتصاص المياه

لأن القوانين الفيزيائية في مثل هذه الحالة تكون في صالح انتقال الماء من داخل النبات إلى وسط النمو الذى يتميز بتركيز عالٍ من الأملاح؛ لذلك فإن النبات يتجه إلى صنع مركبات تعمل على تقليل مستوى التأكسد الناتج عن ازدياد معدل الجذور الحرة Free radicals .. والتي يتسبب مستوى الأملاح المرتفع في انتشارها، مع علمنا بما تسببه هذه الجذور الحرة من أضرار للخلية الحية، وكذلك فإن النبات ينتج مركباتٍ تساعده على حفظ التوازن (الأسموزى) في ظروف الإجهاد الملحي؛ كالسكر والأحماض الأمينية Amino Acids ومركبات السلفونيم Sulphonium .. ومن هذه المركبات مركب الجلاليكين بيتين Glycin Betain، وكذلك فقد

لوحظ ازدياد تركيز ونشاط مركب باتين الديهايد ديهيدروجينيز Batain Aldehyde Dehydrogenase BADH<sup>3</sup> عدة أضعاف في جذور الشوندر السكري وأوراقه، عند تعرض الشوندر السكري لإجهادٍ ملحي، ويطلق بعض المختصين على هذه المركبات تسمية منظمات الضغط (الأسموزي)؛ وكذلك فإن بعض النباتات المقاومة للأملاح، تقوم بتجميع كمياتٍ كبيرةٍ من مركب برولاين أنالوجز Proline Analogues، وهذا المركب هو من منظمات الضغط الاسموزي osmoprotectants، وهو يستخدم اليوم في معالجة البذور؛ للحصول على بادراتٍ مقاومةٍ للأملاح التربة.

ولدراسة استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح يلزم التعرف على:

### 1 - ملوحة التربة: Soil Salinity

ملحية التربة أو ملوحتها ترجع إلى ارتفاع تركيز أنواع معينة من الأملاح في النظام الأرضي، وتؤدي مصادر معينة إلى تراكم وتجمع هذه الأملاح بالتربة، كما تكون بعض الظروف مشجعة ومناسبة لذلك التجمع. ويقوم الماء الأرضي بدور مهم في ديناميكية وحركة الأملاح وتجمعها في التربة. وكنتيجة لوجود الأملاح تحدث في التربة بعض العمليات التكوينية Forming Processes، كما تتأثر بعض خواص التربة - وبصفة خاصة ميزانها الملحي - نتيجة هذه الملوحة.

#### أثر استعمال مياه ري مالحة على المحصول والتربة:

زيادة الملوحة في ماء الري تؤثر على المحصول، بتحديد النوع الممكن زراعته، وتنقص غلته وتغير صفاته؛ ويرجع ذلك لأسباب فسيولوجية، أهمها نقص مقدرة النبات في الحصول على كفايته من الماء اللازم لنموه.

ومن الدراسات والملاحظات العديدة، أصبح من المؤكد أن النباتات تختلف فيما بينهما - سواء من ناحية النوع أو السلالة، أو حتى من ناحية طور النمو في السلالة الواحدة، ابتداء من القدرة على الإنبات وسرعة نمو البادرات إلى طور النضج - في درجة تحملها لملوحة مياه الري.

وهذه قائمة لبعض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة المحتملة للملوحة.

#### 1- محاصيل الخضر المحتملة للملوحة هي:

الخرشوف - الكرنب - القرنبيط - البصل - الكرنب الأحمر المخصص للسلطة - الفجل - السبانخ - الباذنجان - الجرجير - الهليون (الإسبرجس) - الباميا - اللفت - بنجر المائدة أو الشمندر - الكزبرة - الفلفل - الكنتلوب - الطماطم - البطيخ الكاوتش - الملوخية - البصل - الخرشوف - الكاسافا - الجزر - الجوار - الثوم.

#### 2- المحاصيل الحقلية المحتملة للملوحة هي:

الشعير - القمح - الذرة - الأرز - القطن - عباد الشمس - السمسم - الكتان - الخروع - حشيشة اليمون - الكانولا - القرطم - الشوفان - الذرة الرفيعة.

#### 3- محاصيل العلف المحتملة للملوحة هي:

السورجم - البرسيم الحجازي - بنجر العلف - السيسبان - أكاسا سلجنا - الدخن - الرودس - بنجر السكر - لوبيا العلف - بسلة الزهور - حشيشة برمودا - حشيشة رسكيو - بسلة الطيور - حشيشة السودان - الأمشوط - حشيشة الملح - الشعير - التريتكال (بديل للقمح والشعير، ويعطى إنتاجه تتفوق عليهما تحت ظروف الإجهاد المائي) - الذرة البيضاء - حشيشة السودان - الفصة المزروعة (أعشاب معمرة) - الفصة الشجيرية - الفصة البرية - السيسبان - الشوندر العلفي - القرطم - اللفت الزيتي - الرغل الملحي (شجيرة معمرة) - الغل السورى - القطف الأمريكى (شجيرة معمرة) - حشيشة القمح - كالاركراس (نبات معمر) - السبوروتولوس (نبات معمر ويتحمل الجفاف) - الروثة (شجيرة معمرة).

#### 4- أشجار الفاكهة المحتملة للملوحة هي:

النخيل (الحياى - بنت عيشة - السمانى - السيوى - الجنديلة) - الرمان - الزيتون - الخروب - التين - العنب - التين الشوكى - الباباظ - الجوافة - الكاكا - الفستق - الهوهوبا (الجوجوبا).

#### 5- النباتات الطبية والعطرية المحتملة للملوحة هي:

الكرامية - الكزبرة - الكمون - الشمر (الفونكيا) - البردقوش - الشيخ بابونج - الزعتر - الحنظل - العرق سوس.



## 6- نباتات الزينة المتحملة للملوحة هي:

التويا - السرو البلدى - الجهنمية - الدفلة - نخيل صنف برمودا وبسيلم 10 - الكازورينا - الأثل أو العبل - نخيل الزينة برتشارديا - كنوكاريس - فيكس نندا - الكوريزيا - الصبارات بأنواعها - الورد البلدى - الأبصال - أكاسيا سلجنا - الجوجوبا - الأتريلكس - الأوركاريا - غاب المراكب والبامبو - رمان الزهور أو الزينة - لانتانا - اليوكا - رجلة الزهور - سروليلاند - فيكس التين البنغالى - كافور جنيائى - سلاح المنشار - التماركس - التيرمينياليا كاتايا - البروسويس - الصنوبر - الحور الأبيض - الدردار - نخيل الواشنجتونيا - القطف - الكارجانا - الأسيرجس الخشن - بسلة الزهور - نخيل صنف باسيالم شاطئ البحر.

## محسّنات للماء والتربة والنبات؛ للتغلب على تأثير الملوحة على النبات وهى:

- 1- محسّنات التربة، منها: السماد البلدى - الجبس الزراعى - الكبريت الزراعى - الأسمدة الحامضية - بدائل الجبس (عبارة عن محاليل من مخلفات صناعة السكر تخلط معاً بنسب معينة لإنتاج بديل للجبس وأفضل كمّاً ونوعاً).
- 2- محسّنات المياه، منها: الأحماض، مثل حمض الكبريتيك وحمض النتريك بالنسب والمعدلات التى يراها المتخصص مناسبة لتعادل قلوية المياه.
- 3- الإضافات التى يرش بها النبات لزيادة مقاومته وتحمله الملوحة، منها: الأحماض الأمينية، مثل الهيومك أسيد - التغذية الورقية - الكالسيوم السائل - البوتاسيوم ... إلخ، بالتركيزات والنسب التى يراها المتخصص مناسبة حسب التحاليل وخبرته.

## 7- النباتات المحبة للأملح: Halophyte

الساليكورنيا (الأشنات) - السويدا (البقلة البحرية) - الأتريليكس (الشجيرة الملحية) - الديستيكلس (distichlis) - القرم (المانجروف) - عشبة السوردان - الأناس - الصبار (الوفيرا) - الباتيس (Batis) - الخريزة (الشجرة البحرية)، وهو نبات حولى مزهر، بلا أوراق؛ حيث يعتبر نباتاً عصاريّاً لحميّاً، وترجع أهميته إلى:

- 1- إنتاج الزيت من بذوره؛ حيث تصل نسبة الزيت فى بذوره إلى 30%، وهو صالح للاستخدام الآدمى، وخالٍ من الكولسترول.

2- احتواء الزيت على 72% من حامض اللينوليك، وهو من الدهون الصحية غير المشبعة.

- 3- يستخدم كعلف للحيوان؛ حيث تصل نسبة البروتين إلى أكثر من 10٪.
- 4- يدخل من ضمن المطبخ الحديث لإنتاج السلطات والمخللات، وفي الطهي؛ حيث يشبه السبانخ في مذاقه.
- 5- يدخل مادة أولية في صناعة الورق والكرتون.
- 6- رماد هذا النبات غنى جداً بالبوتاس، الذي يستخدم في صناعة الأسمدة، كما أن رماد هذا النبات غنى بالصودا أو كربونات الصوديوم، والتي تستخدم في صناعة الصابون.
- 7- الملح الذي يستخرج من رماد الخريزة، يحتوى على البوتاسيوم والكالسيوم والمنجنيز واليود والحديد والزنك.
- 8- نبات الخريزة يحتوى على مادة مرة المذاق، تسمى الصابونين، ويمكن التخلص من هذه المادة بنقع النبات في الماء، أو التخلص من الماء الذى طهى فيه النبات؛ ومن ثم إعادة طهيه في ماء آخر، علمًا بأن أكثر أجزاء النبات احتواء على هذه المادة هي البذور، ورغم ذلك لا تخرج مع الزيت المستخرج.
- 9- يستخدم لعلاج الروماتيزم وآلام المفاصل، ومسكن عام للآلام، ومدر للبول، كما يستخدم في علاج البدانة، ويستخرج منه دواء لعلاج السل.



ونبات الساليكورنيا - وقد يطلق عليه الخريزة أو الشمرة البحرية - هو نبات محب للملوحة (Halophyte)، يستخدم كأعلاف مائية للحيوانات، ويستخرج من بذوره زيت ذو نوعية جيدة، صالح للاستخدام الآدمي.

والساليكورنيا نبات حولي مزهر ثنائي الفلقة، يتكاثر بالبذور، وتحتوى الثمرة العصارية في هذا النبات على بذرة واحدة، تنبت في بداية الربيع، وتشير بعض المصادر إلى أن الساليكورنيا تنتمي إلى العائلة النباتية، التي ينتمي لها نبات السبانخ، بينما تشير مصادر أخرى إلى أن هذا النبات ينتمي إلى عائلة نباتية، تدعى بأرجل الأوز؛ وذلك لأن هذه النباتات تشبه أرجل الأوز.

ومن الناحية الشكلية، فإن الساليكورنيا عبارة عن عشبة لحمية عصارية، تتميز بوجود مفصل في نقاط تفرع الغصينات .. والأفرع الرئيسة في هذا النبات أفقية، أما الأفرع الثانوية فهي عمودية، تنمو نحو الأعلى، والساليكورنيا نبات بلا أوراق؛ فهو مجرد مجموعة من الغصينات اللحمية العصارية.

وتضم الساليكورنيا نحو خمسة عشر جنساً من النباتات، وأزهار هذا النبات مزدوجة الجنس، أى أن الزهرة الواحدة تحتوى على أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث جنباً إلى جنب، وتزهّر الساليكورنيا في أواخر الصيف.

ومن الملاحظ أن لون هذه النبتة يتغير من اللون الأخضر إلى اللون الأحمر في أواخر الصيف، أى قبيل فترة الحصاد.

وتعتبر الساليكورنيا إحدى أكثر النباتات تحملاً للملوحة التربة؛ لذلك فإنها تنمو بشكل طبيعي على شواطئ البحار والبحيرات المالحة والسبخ، والقنوات الاصطناعية التي تربط بين البحار.

ويمكن للساليكورنيا أن تنمو بعيداً عن المياه في المناطق التي يزيد معدل الأمطار فيها عن 1000 ميليمتر، ويمكن لهذا النبات أن ينمو في التربة ذات التفاعل الحامض، كما أن بإمكانه النمو في التربة الشديدة القلوية، والحقيقة أن الساليكورنيا هي نبات محب للتربة الكلسية القلوية "السبخ".

وبإمكان هذا النبات أن يعيش في الترب الغدقة، كما أنه يتحمل الجفاف بشكل جيد.

يبلغ طول هذا النبات حوالى 30 سنتيمترًا بشكل وسطي، كما أنه يتميز بطعم مالح، ونبات الساليكورنيا من النباتات المحبة للأسمدة النيتروجينية والفوسفورية بشكل خاص، كما أنه يتجاوب - بشكل ملحوظ - مع هذه الأسمدة.

ويحتاج هذا النبات إلى سبعة أشهر حتى يصل إلى طور الإنتاج؛ لذلك لا يمكن زراعة أكثر من موسم واحد من هذا النبات في العام الواحد.

### إمكانية رى الساليكورنيا بمياه البحر:

يمكن رى الساليكورنيا بمياه البحار والمحيطات، كما أن بالإمكان زراعة هذا النبات في الترب التي تتميز بمعدلات ملوحة عالية جداً، تصل إلى 30 ٪ من الملح، شريطة أن نقوم بغسل هذه الترب مرتين بمياه البحار؛ حتى تفقد شيئاً من ملوحتها قبل أن نقوم بزراعتها؛ لذلك فإن هذا الأمر يعد بإمكانية زراعة الصحارى الخالية من المياه الجوفية والأراضي الشديدة الملوحة، وذلك بتوصيل مياه البحار إلى تلك الأراضي.

كما أن بإمكانية هذا النبات أن يقلل من معدلات الأملاح في الترب الزراعية، وذلك تمهيداً لزراعتها بالمحاصيل الاعتيادية.



### أهم مميزاته:

إنتاج الزيت؛ إذ يستخرج من بذوره زيت ذات نوعية جيدة صالح للاستخدام الآدمي. يمتاز زيتة بجودته العالية، وحجم إنتاجه الوفير، ويصل محتوى بذور هذا النبات من الزيت إلى 30٪ تقريباً من إجمالى وزنه الكلى، وهى نسبة كبيرة، إذا ما قورنت بفول الصويا، الذى يحتوى على نسبة 17-20٪ من وزنه، كما يحتوى زيت الشمرة البحرية على ما نسبته 72٪ من حامض اللينوليك (حامض زيت الكتان)، وهو من الدهون الصحية غير المشبعة، وتقترب هذه النسبة من معدل

وجود هذا الحامض في زيت القرطم (العصفر)، كما أنها تتفوق على ما هو موجود في زيت الصويا بمقدار الضعف.

### النقاط المهمة لضمان الاستفادة من استعمال مياه مالحة :

- 1- يراعى في اختيار المحاصيل أن يكون لها صفات تحمل الملوحة، وتحمل نقص التهوية، الناتج عن حالة التشبع المؤقت؛ نتيجة استعمال كميات زائدة من ماء الري (باستخدام الاحتياجات الغسيلية مع ماء الري).
- 2- يراعى في اختيار الأراضى أن تكون ذات نفاذية عالية - بقدر الإمكان.
- 3- لا يصح استعمال المياه الملحية إلا إذا كان مستوى الماء الأرضى على بعد لا يقل عن 150 سم في الأراضى الخفيفة، وعلى بعد لا يقل عن 200 سم في الأراضى الطينية الثقيلة، ويزداد العمق عن ذلك إذا كانت المياه الأرضية عالية في ملوحتها.
- 4- يكون الري على فترات متقاربة - بقدر الإمكان - ولا يسمح للتربة بالجفاف حتى نقطة الذبول، فيتضاعف تركيز المحلول الأرضى.
- 5- يراعى اختيار الطريقة المناسبة للري، وينصح - عادة - باتباع طريقة الغمر.
- 6- يراعى الاعتناء بتسوية الحقل؛ حتى لا تتجمع الملوحة في أماكن دون الأخرى.
- 7- يراعى الاعتناء بالتسميد؛ لحفظ التوازن بين العناصر الغذائية.
- 8- يراعى اختيار الدورة الزراعية المناسبة والخدمة الجيدة بصفة عامة.
- 9- اتباع الزراعة على خطوط أو مصاطب لا تزيد عرضها عن 2,5 متر، مع وجود مصارف حقلية.

### العوامل التى يجب مراعاتها فى حالة التعايش مع ملوحة التربة :

الافتراضات التى تسمح بمحاولة التعايش مع الملوحة ليست بعيدة عن الواقع في بعض الأراضى المتملحة في مصر، وهذا يعنى أنه لو كان الهدف هو استثمار مثل هذه الأراضى، فما هى الإجراءات الواجب اتخاذها لتحقيق هذا الهدف؟

وللرد على ذلك، فإنه يجب القيام بتحليل العوامل الرئيسة الداخلة في الزراعة، ومحاولة تكييف طرق استخدامها؛ لتتلاءم مع مبدأ التعايش مع الملوحة، والعوامل الرئيسة الداخلة في

الزراعة هي الماء والأرض والمحصول. وفيما يلي إيضاح لكل عامل على حدة، مع محاولة تطويره للتعايش مع الملوحة:

### أ- الماء:

يمكن النظر إلى هذا العامل من ناحيتين:

1- الماء الأرضي.

2- ماء الري.

فالماء الأرضي يجب أن يكون أعمق من 150 سم، أما إذا كانت ملوحته منخفضة، فيمكن تجاوز العمق إلى أقل من ذلك، ومن المهم بالنسبة للماء الأرضي - وخاصة إذا كان مالحة - أن لا يسمح له بالصعود إلى سطح التربة، وخاصة خلال فترات الجفاف؛ لأن هذا الماء إذا ما ارتفع إلى السطح سوف يجلب معه ما يحمله من أملاح، والدافع الذي يدفعه إلى الصعود نحو الأعلى، هو الفرق بين رطوبة طبقات التربة السفلى ورطوبة الطبقات العليا.

وعلى هذا يجب أن يراقب جيداً الماء الأرضي؛ بحيث لا يسمح له بالصعود إلى الطبقات العليا حيث تنتشر الجذور.

أما ماء الري، فإنه يجب أن يكون مقبولاً من الناحية الزراعية، ويجب معرفة نوعية الماء المستعمل. هذا من ناحية النوعية، أما من ناحية الكمية، فإنه يجب أن يتوفر مصدر مائي يوفر للأرض كمية أكثر من تلك التي تعطي لأرض غير ملحية؛ وذلك لثلاثة أسباب، هي:

1- لأن الأرض تحتاج - قبل الزراعة - إلى عملية ري غدقة، تضغط خلالها الأملاح إلى الطبقات السفلى؛ لكي يسمح للبذور بالإنبات، وتعتبر مرحلة الإنبات Germination من أكثر مراحل نمو النبات حساسية للأملاح.

2- لكي يتوفر للنبات رطوبة كافية خلال موسم النمو. ومن المعروف أن الأرض المالحة لا توفر للنبات كمية الماء نفسها التي توفرها الأرض غير المالحة. فالماء المتوفر أو الجاهز للنبات، هو عادة ذلك الجزء المحصور بين السعة الحقلية ونقطة الذبول؛ حيث يبذل النبات جهداً يتراوح بين 0.3 ض.ج. في الأولى إلى 15 ض.ج. في الثانية. وباعتبار أن معظم النباتات لا يمكنها بذل قوة سحب أكثر من 15 ض.ج.، فإن ما يتبقى في التربة من ماء لا تستطيع النباتات سحبه، وعندها تذبل هذه النباتات، وهو ما يسمى بنقطة الذبول.

أما في الأرض، فإن الأملاح تخلق ضغطاً أسموزياً Osmotic pressure، وعلى النباتات أن تبذل جهداً لمقاومته. بمعنى أن هذا الجهد يجب أن يطرح من الجهد الأقصى الذي يستطيع النبات بذله، فإذا بلغ الضغط الأسموزي في تربة مالحة 5 ضغط جوى مثلاً، فإن هذا الرقم يجب أن يطرح من الـ 15 ض.ج. التي يستطيع النبات عادة بذلها، ويتبقى له قوة 10 ضغط جوى، هي عبارة عن القوة الباقية له لسحب ماء التربة .. وهذا يعنى أن التربة بالرغم من وجود كمية لا بأس بها من الماء، فإن النبات يعجز عن سحبها ويدبل (أى أن نقطة الذبول في أرض ملحية تحدث عندما تكون التربة في حالة من الرطوبة أكثر من تلك التي تكون فيها عند نقطة الذبول في تربة غير ملحية).

وبناء على ذلك، فإن عدد الريات يجب أن يكون أكثر تقارباً في تربة مالحة عنه في تربة غير مالحة، ويجب أن لا يحدنا منظر الأرض وهي رطبة؛ فالنبات قد لا يستطيع سحب هذه الرطوبة.

3- لكي نضغط الأملاح أو الطبقة الملحية - لنبقها باستمرار على عمق دون مستوى الجذور - فالمعروف أن الأملاح معرضة للحركة تحت تأثير قوتين، تبعاً لحركة الماء؛ فهي تتحرك من أعلى إلى أسفل أو من أسفل إلى أعلى، إضافة للحركة الجانبية.

وتحرك الماء - حاملاً معه الأملاح - يتعلق بفرق الشد الرطوبي بين منطقة وأخرى في التربة؛ فهو يتحرك من المنطقة الأكثر رطوبة إلى تلك الأقل رطوبة، أو الأكثر جفافاً.

وعلى هذا، فإنه يجب أن لا يسمح للطبقة السطحية للتربة أن تصبح بحالة من الرطوبة الجافة، بحيث تتحرك المياه من الأسفل إلى الأعلى. وهذا يتطلب بالتالي إبقاء سطح التربة رطباً بشكل يمنع هذه الحركة في الوقت الذي يجب أن لا يغدق الماء عليها، فتهدب المياه الزائدة إلى الماء الأرضي، فترفع مستواه.

وقد يبدو هذا الأمر نظرياً أو صعب التحقيق؛ إذ يصعب على المزارع أن يحدد كمية الماء الكافية لإبقاء التربة رطبة في الوقت الذي يمنع جزء منها إلى الماء الأرضي.

غير أن الممارسة واستمرار مراقبة مستوى الماء الأرضي، قد يتعلم منها المزارع الحد التقريبي الذي يجب أن يقف عنده عند إضافة الماء للتربة.

## ب- الأرض؛

والأرض هي الوسط الذي تتم به الزراعة، ويتوقف اختلاف التأثير الملحي على النبات بين تربة وأخرى، تبعاً لنسبة إشباع التربة (S.P.)، والتي بدورها تتبع قوام التربة. فكمية معينة من

الملوحة قد تكون مؤذية في أرض رملية، بينما تكون ضعيفة التأثير في أرض ثقيلة؛ لأن الأرض الثقيلة في حالة التشبع المائي سوف تحتفظ برطوبة أعلى من الرطوبة في التربة الرملية، وتحدث تركيزًا خفيفًا في تربة ثقيلة بينما تحدث تركيزًا عاليًا نسبيًا من الأملاح في تربة رملية.

والمعروف أن التأثير الملحي على النباتات يرجع إلى درجة التركيز الملحي في محلول التربة. ومن هنا قد يكون الاختيار في الاستثمار للأراضي الثقيلة إذا تساوت النسبة المثوية للملوحة، بشرط توفر نفاذية جيدة للتربة.

أما الإجراءات الواجب اتخاذها لاستثمار أرض ملحية غير مستصلحة، فهو أن تجرى لها عملية غسيل قبل الزراعة؛ لكي تغسل الطبقة السطحية من الأملاح، وتضغط الأملاح إلى أسفل، خاصة في الفترة الأولى من عمر النبات؛ حيث يكون أكثر حساسية للأملاح. على أن عملية الغسيل هذه تتطلب أن تجرى للتربة قبل الغسيل عملية تسوية جيدة ودقيقة؛ لكي تصبح عملية الغسيل متجانسة في كافة أنحاء الأرض المستثمرة، وإلا فإن عدم التسوية سوف يخلق ميولًا في الأرض وبقعًا مرتفعة، بحيث يتعرض قسم من الأرض لعملية الغسيل أكثر من القسم الآخر، وتنتهي عملية الغسيل ببقع ملحية، يتبعه تبقع في الإنتاج. والمعروف أن البقع الأكثر ارتفاعًا تجف قبل غيرها، وبمجرد جفافها تنشأ قوى شد رطوبي بين البقع الرطبة والبقع التي جفت؛ بحيث تنتقل المياه إلى هذه البقع الجافة تدريجيًا، حاملة معها الأملاح، وسرعان ما تتبخر المياه من هذه البقع المرتفعة، بحيث إنه عندما يتم جفاف الأرض تمامًا تكون هذه البقع المرتفعة قد استقطبت معظم الأملاح من البقع المجاورة.. فالتسوية ضرورية قبل الغسيل؛ لإحداث تجانس في نسبة الأملاح في الأرض، ويمكننا من ظاهرة استقطاب البقع المرتفعة للأملاح خلال محاولتنا التعايش مع الملوحة، وذلك بأن تتم الزراعة على خطوط، حتى مع محاصيل الحبوب. وطبيعي أن يختلف ارتفاع وحجم الخط حسب المحصول، ولكن يبدو أن إقامة الخطوط تساعد كثيرًا على تجنب تأثير الأملاح على البذور والفسائل. فاستنادًا إلى ما تقدم بأن قمم الخطوط تصبح بقع استقطاب للأملاح، بينما تكون سفوح الخطوط وكذلك البطون خفيفة الملوحة - فإنه يجب وضع البذور في الثلث الأسفل من الخط.

ويجب أن يراعى بعد الانتهاء من جني المحصول، إعادة تسوية الأرض جيدًا؛ لإعادة غسيلها بالماء، ولإزالة الفروق في نسبة الملوحة بين مواقع الخطوط ومواقع البطون، مع ملاحظة عدم إغداق التربة بالماء إلى الحد الذي يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي عن حدوده العادية.



**ج- المحصول:**

إذا ما استطعنا القيام بالإجراءات المناسبة فيما يتعلق بالمياه والأرض، يبقى علينا انتقاء المحصول الواجب زراعته. ومن المنطقي في هذه الحالة - ونحن نحاول التعايش مع الملوحة - أن لا نلجأ إلى زراعة نباتات حساسة للملوحة؛ بل علينا انتقاء المحاصيل المقاومة، أو التي لا تتأثر بها. ويمكن الرجوع إلى الجدول الخاص بتصنيف المحاصيل والأشجار والخضراوات، حسب تسلسل حساسيتها للملوحة (والذي سبق شرحه)؛ وذلك لانتقاء المحصول المناسب.

ويجب أن يوضع في الاعتبار أن التعايش مع الملوحة ليس إلا حلاً مؤقتاً، إلى أن يتم الإصلاح الفعلي للأرض، ولا يمكن أن يكون هذا التعايش - بأية حال من الأحوال - بديلاً للإصلاح.

**نسبة الملوحة التي تتعارض مع إنتاج المحاصيل اقتصادياً:**

السؤال الذي يجب أن يتبادر إلى الأذهان هو: عند أي تركيز من الأملاح الكلية أو من الصوديوم المتبادل يبدأ اعتبار الضرر؟

وللإجابة عن هذا السؤال، فإنه من الوجهة الاستغلالية للأرض يجب معرفة:

**1- درجة تحمل المحصول للملوحة:**

وقد سبق الإشارة إلى أن أنواع المحاصيل وأصنافها وسلالاتها، تختلف في درجة مقاومتها أو تحملها للملوحة؛ ومن ثم أصبحت النسبة أو التركيز الذي يمكن اعتباره ضاراً بالمحصول متوقفاً على نوع المحصول المطلوب تحت الظروف البيئية المعينة.

**2- مستوى الإنتاج من المحصول الذي يقابل تكاليف الإنتاج:**

من الجائز أن يبلغ النقص في المحصول نتيجة وجود الأملاح الذائبة 50 ٪ من المحصول القياسي (الناتج تحت الظروف الخالية من الأملاح)، ومع ذلك يظل الاستغلال الزراعي مربحاً، وفي مثل هذه الحالة تعتبر نسبة الملوحة التي تتعارض مع الإنتاج بمستوى يقل عن 50 ٪ من المحصول القياسي، نسبة غير ضارة بالإنتاج الاقتصادي للمحصول.

وقد وضع معمل الملوحة الأمريكي الحدود الآتية من الملوحة، معبراً عنها بدرجة التوصيل الكهربائي في المستخلص المائي لعجينة التربة المشبعة، التي تلائم إنتاج 50 ٪ من الغلة النموذجية للمحاصيل المختلفة:

درجة التوصيل الكهربائي بالمليموز / سم عند 25 م	درجة تأثير المحاصيل
صفر - 2	تأثير الملوحة على المحاصيل يكاد يكون معدومًا.
2 - 4	تتأثر بالنقص غلة المحاصيل الحساسة للملوحة.
4 - 8	تتأثر بالنقص غلة معظم المحاصيل.
8 - 16	المحاصيل المقاومة للملوحة هي التي تعطى غلة مرضية.
أكثر من 16	المحاصيل المقاومة جدًا للملوحة هي التي تعطى غلة مرضية.

وقد اتخذ 4 ملليموز / سم على أنه الحد الفاصل بين الظروف الملحية والظروف غير الملحية في التربة (على أساس أن معظم المحاصيل تنقص غلتها عن 50 % إذا زادت درجة التوصيل الكهربائي فيها عن ذلك).

كما اعتبر معمل الملوحة الأمريكي أن وجود 15 % من القواعد المتبادلة على صورة صوديوم، هو الحد الفاصل بين الأراضي القلوية وغير القلوية تحت ظروف أراضٍ مختلفة، ومقاومة معظم المحاصيل لآثار القلوية.

### الوصايا الواجبة لاستزراع الأراضي الملحية:

يعزى الاهتمام بمشكلة الملوحة بسبب تحول مناطق زراعية شاسعة سنوياً إلى مناطق غير صالحة للزراعة؛ وذلك لتراكم الأملاح في التربة إلى الدرجة التي تثبط نمو معظم المحاصيل أو جميعها، كذلك بسبب زيادة تركيز الأملاح في المياه المستخدمة للري. وقد قسمت الأراضي الملحية - على أساس كمية الملح الذائب في محلول التربة، وكمية الصوديوم القابل للتبادل في التربة - إلى:

1- أراضٍ ملحية: وهي تلك الأراضي التي تزيد درجة ملوحتها عن 4 ديسمينيز / متر، وتقل فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن 15 %، وتقل فيها درجة الحموضة أو القلوية عن 8.5.

2- الأراضي الملحية الصودية: وهي تلك الأرضى التى تزيد درجة ملوحتها عن 4 ديسمينيز / متر، وتزيد فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن 15٪، وتزيد فيها درجة الحموضة أو القلوية عن 8.5. أو تساويه.

3- أراضٍ غير ملحية صودية: وهي تلك الأرضى التى تقل درجة ملوحتها عن 4 ديسمينيز / متر، وتزيد فيها نسبة الصوديوم المتبادل عن 15٪، وتزيد فيها درجة الحموضة أو القلوية عن 8.5.

وتنتشر مثل هذه الأرضى فى مصر؛ مما يؤثر فى إمكانية زراعتها؛ حيث تؤثر الأملاح على خواص التربة، وعلى حركة الماء فى التربة؛ لذا عند زراعة مثل هذه الأرضى يجب الأخذ فى الاعتبار النقاط الآتية؛ لتلافي أضرار الملوحة عند الزراعة:

1- حرث التربة بمحراث عميق (تحت التربة)؛ لتكسير طبقات الملح المتراكمة فى الطبقات التحت سطحية؛ ليسهل إذابتها، وكذا لتكسير الطبقات المندمجة؛ لزيادة تهوية التربة.

2- إضافة الجبس الزراعى أو بدائله كمصدر للكالسيوم، خاصة فى الأرضى الملحية الصودية، ويتوقف معدل الإضافة على حسب محتوى التربة من الصوديوم المتبادل.

3- تزويد التربة بشبكة من المصارف المكشوفة.

4- تجرى عملية الغسيل لإزالة الأملاح من قطاع التربة، وذلك بغمر التربة بالماء لعمق 10 - 20 سم، وتركها للجفاف، ثم تكرر هذه العملية، ويفضل إجراء هذا الغسيل فى الأشهر التى ترتفع فيها درجات الملوحة.

5- يضاف إلى التربة بعد الانتهاء من عملية الغسيل أكسيد الحديد المغناطيسى (الماجنتيت)، بمعدل 150 - 200 كم / فدان؛ حيث يزيد من مقدرة تحمل النباتات لتأثير الأملاح الزائدة.

6- إضافة الأسمدة العضوية الناتجة من مزارع الدواجن بمعدل (200 - 250 كجم / فدان).

7- يفضل التسميد بسماد نتراتى؛ مما يؤدي إلى التقليل من سمية أيون الكلوريد، وبالتالى يحسن من الحالة الغذائية للنبات النامى.

8- تقصير الفترة بين الريات، مع مراعاة عدم ترك الأرض للجفاف.

9- إضافة المقنن المائي المطلوب، والذي يتوقف على نوعية المحصول المنزوع، بالإضافة إلى الاحتياجات الغسيلية، والتي تحدد من المعادلة الآتية:

$$\text{ملوحة مياه الري} \div \text{ملوحة التربة} \times 100$$

10- الزراعة في مصاطب أو خطوط.

11- تغطية التربة بالملش الأسود يمكن أن يحد من آثار الملوحة؛ حيث إنه يقلل انتقال الأملاح بالخاصية الشعرية في منطقة الجذور عن طريق البخار.

12- هناك بعض المعاملات التي تتم على البذور قبل زراعتها؛ لزيادة مقدرة تحمل النباتات للملوحة، مثل:

أ- نقع البذور في مياه صرف المنطقة لمدة 12 - 24 ساعة.

ب- نقع البذور في محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم قبل زراعتها، يحدث تغيرات فسيولوجية بالجنين، تزيد من مقاومته لأضرار الملوحة.

ج- نقع البذور في البيوتول بمعدل (لتر / 40 لتر ماء) لمدة 1 - 2 ساعة.

د- نقع البذور في محلول كبريتات الزنك بتركيز 1600 مللجرام / لتر.

هـ- استخدام بعض منظمات النمو رشاً على النبات، وكذلك الرش بمحض السلسليك أو البرولين؛ لزيادة مقدرة التحمل للملوحة.

و- زيادة كمية التقاوى أو زراعة الشتلات.

13- رش النباتات ببعض منشطات النمو، التي ترفع من كفاءة نمو النباتات تحت ظروف الإجهاد، مثل استخدام الأحماض الأمينية (أمينو باور - أمينو إكس - بيبتون - أمينو توتال).

14 - إضافة مواد تعمل على ترطيب منطقة الجذور، مثل البولي سكارايدز، أو الـ PEG، مثل (مركب يوني سال، فري سال)، وذلك عن طريق إضافته مع مياه الري.

15- استخدام مركبات الهيوميك أسيد؛ حيث إنه يلعب دوراً مهماً في تحسين خواص التربة الفيزيائية، وكذلك تحرير عنصر الكالسيوم بالتربة، عن طريق تخلبية؛ مما يحد من أثر الملوحة بالتربة، وهو يتوافر بالأسواق في صور عديدة من المركبات التجارية، مثل (همر - ميجا همر - ميجا باور - هيوميك).

16- ترشيد استخدام الأسمدة المعدنية الكميائية؛ حيث إن الإسراف في استخدامها يزيد من تركيز الأملاح في المحلول الأرضي، ويعبر عن هذه الزيادة بالـ "Salt Index" (دليل الملوحة، وهو يقدر بإضافة السماد إلى التربة، وقياس الزيادة التي يحدثها بالضغط الأسموزي للمحلول الأرضي). هذا ويجب أن يؤخذ في الاعتبار بأن معظم الأسمدة النيتروجينية والبوتاسية ذات دليل ملوحة أعلى من الأسمدة الفوسفاتية، وعليه يجب الترشيح في استخدامها، وأن يؤخذ دليل الملوحة للسماد في الاعتبار عند اختيار نوعية السماد المستخدم، وتكون الأفضلية للسماد المستخدم ذو دليل الملوحة المنخفض.

17- زراعة الأصناف المتحملة نوعاً ما للملوحة، والتي سبق ذكرها.

### طرق خفض أثر ملوحة مياه الري على النبات:

1- استخدام نظام ري تبادلي (ماء عذب مع ماء مالح):

يوفر نظام الري الثنائي المقترح فرصة نجاح أكبر لاستخدامات المياه المالحة في الزراعة، وبمخاطر أقل، بالمقارنة مع ما تسببه الطرق الأخرى من مشاكل تملح للتربة، وتدهور كبير في غلة المحاصيل المروية بهذه المياه.

\* تقييم الجدوى الاقتصادية لهذا النظام:

$$(1) \quad (V_c = V_d \dots\dots\dots)$$

حيث إن:

Vc	حجم الماء العذب الذي يتم توفيره خلال موسم النمو (م <sup>3</sup> ).
Vd	حجم ماء الصرف اللازم لإتمام طور التقدم خلال موسم النمو (م <sup>3</sup> ).

$$(2) \quad (VR = V_d / V_t \dots\dots\dots)$$

حيث إن:

VR	نسبة الماء العذب الذي تم توفيره.
Vt	حجم ماء الري الإجمالي.

تقويم الجدوى الاقتصادية جراء استخدام نظام الري الثنائي المقترح؛ إذ يقوم البرنامج - وباعتماد على البيانات المستخلصة من التجربة الحقلية - بحساب حجم الماء العذب الذي تم توفيره خلال موسم النمو، والذي يكون مساوياً لحجم ماء الصرف المستخدم في الري لإتمام طور التقدم خلال عملية الري؛ لذلك لا بد من إجراء مقارنة بين ما يتم توفيره من ماء عذب باستخدام مياه الصرف بدلاً عنها، وما يصحبه من انخفاض في الإنتاج. يمكن التعبير عن ما يتم توفيره من مياه الري العذبة باستخدام الري الثنائي، بصيغة كلف ما تم توفيره، والتي حسبت كالآتي:

$$(M = V_c \times P \dots\dots\dots (3$$

حيث إن:

M	المبلغ الذي وفر جراء استخدام نظام الري الثنائي المقترح (دينار / موسم).
P	إنتاجية وحدة حجم الماء (دينار م <sup>-3</sup> ).

إن انخفاض الإنتاج جراء استخدام مياه الصرف معرّف كنسبة مئوية من الإنتاج (( $\Delta YR$ ))،  
ويحسب من العلاقة الآتية:

$$\Delta YR = 100 - YR \dots\dots\dots$$

$\frac{V_c}{V_t} \times \frac{100}{\Delta YR}$	$\dots\dots\dots (4)$	= CPI
--	-----------------------	-------

$$CPI = \frac{V_c}{V_t} \times \frac{100}{\Delta YR}$$

$V_c$	حجم الماء العذب الذي يتم توفيره خلال موسم النمو (م <sup>3</sup> ).
$V_t$	حجم الماء الكلي.
$\Delta YR$	انخفاض الإنتاج جراء استخدام مياه مالحة معرّف كنسبة مئوية من الإنتاج.
CPI	دليل إنتاجية المحصول.

$$\Delta YR = 100 - YR$$

إنتاج معاملة نظام الري الثنائي $\times 100$	الحاصل النسبي العملي من المحصول $- YR$
إنتاج معاملة المقارنة (الماء العذب)	

إن قيمة دليل إنتاجية المحصول يجب أن تكون أكبر من 1؛ كي يكون الربح أكبر من الخسارة، كما أن استخدام نظام الري الثنائي المقترح يتطلب نصب مضخة وأنابيب لإيصال مياه الري إلى الحقل؛ لذا كانت القيمة الحرجة لدليل إنتاجية المحصول لا بد أن تغطي هذه التكاليف؛ لذا صيغت العلاقة التالية:

القيمة الحرجة لدليل إنتاجية المحصول =  $1 + \text{مجموع تكاليف إنشاء منظومة الري في الحقل}$   
كنسبة من عائدات الحقل.

وقد قدرت قيمة مجموع تكاليف إنشاء منظومة الري في الحقل كنسبة من عائدات الحقل، وقدرت في هذه الدراسة بما يساوي 10٪ من عائدات الحقل؛ لذا ستكون القيمة الحرجة لدليل إنتاجية محصول الذرة الصفراء في هذه الدراسة تعادل 1,1؛ لذا فإن محصول الذرة الصفراء إذا أعطى قيمة CPI أقل من 1,1، فإنه يستبعد إرواءه باستخدام نظام الري الثنائي المقترح؛ وذلك لانعدام الجدوى الاقتصادية؛ لكون الخسارة الحاصلة أكبر من الربح.

## 2- طريقة الخلط بين الماء العذب والماء المالح.

### 3- إضافة الاحتياجات الغسيلية.

### 4- استعمال الماء المالح في بعض مراحل النمو المقاومة للملوحة.

### 5- استعمال المخلفات العضوية والصوف الصخري.

### 6- استعمال منظمات النمو والأسمدة الكيميائية.

### 7- تقنية معالجة المياه مغناطيسياً وأثرها في المجال الزراعي:

يعود استخدام المغناطيس إلى زمن بعيد؛ إذ استخدمه الفراعنة والصينيون والهنود في مجالات مختلفة. كما ظهرت مدارس مختلفة وفقاً لاستخدامها لنوع المغناطيس، أو الغرض من استخدامها؛ فمنها من يستخدم نظام القطب الواحد الشمالي أو الجنوبي، والبعض الآخر يستخدم القطبين في المجالات الصحية أو الصناعية أو الزراعية ... إلخ. إن هذه التقنية ليست حديثة إلا على البلدان النامية؛ إذ سُجلت أول براءة اختراع لمعالجة المياه مغناطيسياً، والتخلص من الترسبات الكلسية التي تتشكل على الأنابيب في أوروبا عام 1890، كما استخدمت المياه المعالجة مغناطيسياً في مختلف المجالات الصناعية، كإجراء وقائي؛ لمنع حدوث التكدسات الناجمة عن تراكم الأملاح في منظومة تجهيز الماء وأبراج التدفئة والتبريد (Lin و Yotvat، 1989)؛ حيث إن الطاقة المغناطيسية أحد أنواع الطاقة الموجودة في الكون. والأرض محاطة بمجال مغناطيسي

يؤثر على كل شيء بدرجات متفاوتة، وهو يتناقص في القدرة؛ حيث أثبت العلماء أنه في خلال الألف سنة الأخيرة فقدت الأرض 50٪ من قوتها المغناطيسية، وهذه الطاقة مهمة جدًا للحياة على الأرض بالنسبة للكائنات الحية؛ فهي تمنع وصول الأشعة الكونية المهلكة إلى الأرض، كما تلعب دورًا في الوظائف الحيوية للكائنات الحية كافة (Spear, 1992)، وبين (andel.1985 (Tretyakov).

إن طريقة الحياة المعاصرة تدفع الإنسان لعزل نفسه عن المجال المغناطيسي الأرضي؛ حيث يعمل ويعيش في بيوت من الأسمنت، مبطنة بالحديد الصلب، ويركب السيارات بعجلات من المطاط، وهذه العوامل العازلة تمنع الأجسام من امتصاص الطاقة المغناطيسية اللازمة للأجسام .. كذلك بسبب طريقة التعايش مع نوع من التيار الكهربائي المتردد، مثل الراديو والأجهزة الإلكترونية والتلفزيون والكمبيوتر، وكلها أجهزة تمنع من استخدام الطاقة المغناطيسية الطبيعية (et al.1997 Higashitani). وعلميًا لا يوجد خلاف على ما إذا كانت المعالجة المغناطيسية فعالة أم لا في تحسين خواص الماء؛ ففي الاتحاد السوفيتي سابقًا كانت المعالجة المغناطيسية للمياه مستخدمة على نطاق كبير، وبتأثير اقتصادي ضخم أوضح (حسن، 2008).

تلعب الطاقة المغناطيسية دورًا مهمًا في تنظيم كل أشكال الحياة على سطح الكرة الأرضية؛ حيث إنها تشكل درعًا واقياً للحيلولة دون وصول الأشعة الكونية المهلكة، مثل أشعة جاما والأشعة السينية، كما أنها تلعب دورًا مهمًا - للغاية - في تنظيم الوظائف الحيوية لجميع الكائنات الحية.

إن الماء مكون من ذرات هيدروجين وأكسجين، وجزء الماء في غاية البساطة، وجزئاته ترتبط ببعضها بروابط هيدروجينية، وقد تكون هذه الروابط ثنائية أو متعددة الروابط، وعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي، فإن الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات؛ إما تتغير أو تتفكك، وهذا التفكك يعمل على امتصاص الطاقة، ويقلل من مستوى اتحاد جزيئات الماء، ويزيد من قابلية التحليل الكهربائي، ويؤثر على تحلل البلورات (واصف، 1996).

ويعد الإنتاج الزراعي من أهم العناصر الأساسية المساهمة في الدخل الاقتصادي والأمن الغذائي، على الرغم من المشاكل التي ترافقه؛ كنقص المياه والتصحر والملوحة وانخفاض الغلة، والتي يمكن تداركها نسبيًا، باستخدام تقنية المعالجة المغناطيسية للماء.



إن وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي، يؤدي إلى تغير أو تفكك الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات؛ مما يؤدي إلى تغير عدة خصائص فيه؛ كالتوصيل الكهربائي، وزيادة نسبة الأكسجين المذاب في الماء، وزيادة القدرة على تذويب الأملاح والأحماض والتبلمر والتوتر السطحي، والتغير في سرعة التفاعلات الكيميائية، وخاصة التبخر والبلل والليونة والعزل الكهربائي، وزيادة النفوذية، فيصبح الماء ذا طاقة وحيوية وجرياناً أكثر مما كان عليه. إن تغير خواص الماء سيؤثر لاحقاً في صفات المادة التي يدخل في تركيبها، من خلال تأثيره في الصفات الفيزيائية أو الكيماوية، أو في العمليات الفسيولوجية والكيماحيوية.

\* \* \*

## الفصل الخامس

### معالجة الماء مغناطيسياً

#### كيفية معالجة الماء مغناطيسياً :

المعالجة المغناطيسية للماء، وليس تمغنط الماء كما هو شائع خطأً، فالماء ليس كالمواد القابلة للمغنطة عند تعريضها إلى مجال مغناطيسي قوى، إلا أنه كما هو حال السوائل جميعها يمتلك خواص المواد الدايمغناطيسية؛ فعندما يتعرض إلى مجال مغناطيسي سوف ينتج الماء مجاًلاً مغناطيسياً ضعيفاً في الاتجاه المعاكس؛ لذلك فإن الماء المعالج أو المعدل أو المكيف مغناطيسياً هو التعبير الصحيح لتفادي الإرباك أو التضليل؛ إذ الماء المعالج مغناطيسياً، هو ماء تم تعريضه لمجال مغناطيسي؛ مما تسبب في إكسابه صفات مغناطيسية تميزه عن الماء العادي.

إن معالجة المياه مغناطيسياً تتم باستخدام أجهزة مغناطيسية تدعى Magnetron (الصور 1 و2 و3 و4)، بشدة معينة، ولمدة معينة؛ إذ يجري تمرير الماء من خلالها، وهي ذات مقاسات مختلفة، والتي يمكن تركيبها على الأنابيب، وتبدأ من القطر 0.25 – 30 بوصة، والذي يضمن استخدامها للأحواض الصغيرة في الحدائق إلى المساحات الكبيرة.



صورة (2): مغناطيس يركب على الأنبوب.



صورة (1): مغناطيس يركب على الأنبوب.



صورة (4): مغناطيس لمغطة البذور عند تمريرها في الحلقة.



صورة (3): مغناطيس يركب على الأنبوب.

إن درجة معالجة الماء مغناطيسياً تعتمد على ثلاثة عوامل:

1. كمية السائل الموضوع على المغناطيس.
2. قوة المغناطيس المستخدم لهذا الغرض.
3. مدة اتصال الحاوية على السائل مع المغناطيس (مدة المعالجة).

هذه العوامل الثلاثة سوف تحدد - بشكل طبيعي - درجة المعالجة. وعلى الرغم من أننا يمكننا قياس قوة المغناطيس، ولكن ليس لدينا طريقة لقياس درجة المعالجة للماء المعالج مغناطيسياً أو الماء العادي، ولكن في حالة تعذر أو غياب طريقة قياس محددة وواضحة، فإننا نلجأ إلى استخدام التجربة ومؤشراتنا لملاحظة التغيرات .. كما توجد الآن أجهزة متطورة، تستطيع تصوير شكل الماء بعد معالجته مغناطيسياً بواسطة التصوير الكهربائي عالي الجهد **High Voltage Photography**.

يقاس المجال المغناطيسي بوحدة (Tesla (T أو milliTesla (mT أو microTesla (microT)). إذا كان كل 1 T = 1000 mT، وكل 1 mT = 1000 microT. في بعض الأحيان يقاس المجال المغناطيسي بوحدة (Gauss (G أو milliGauss (mG)، علماً أن **G 10,000** تساوي **T 1**، وأن 1 microT = 100 G، وأن 1 mG = 10 microT في نظام الولايات المتحدة. أما الوحدة الشائعة الاستخدام فهي (mT (milliT في نظام FAQ.

### مزايا أجهزة المعالجة المغناطيسية وكيفية تركيبها :

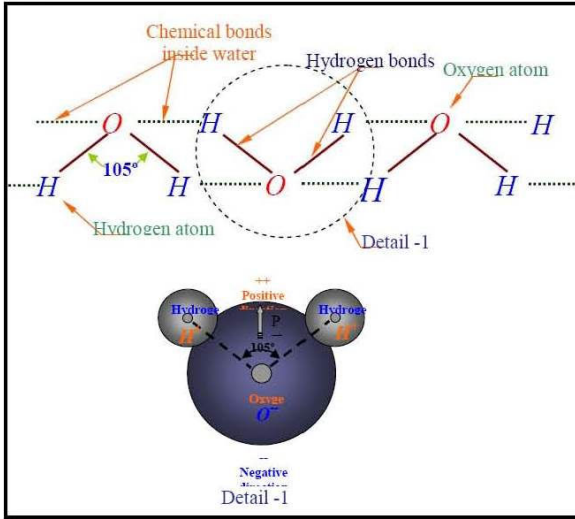
1. معظم أجهزة المعالجة المغناطيسية مصممة بشكل يسمح بتثبيتها بسهولة وإحكام على أنابيب الرى.
2. تناسب جميع أنواع الأنابيب، حتى غير الناقلة للتيار المغناطيسى، مثل أنابيب البولى فينيل كلورايد، وأنابيب النحاس، والإستاليس ستيل، وأنابيب المطاط.
3. من غير الممكن أن تتركب على أنابيب من الفولاذ أو مجلفنة، أى مؤثر عليها بتيار كهربائى.
4. يجب أن تتركب على بعد واحد متر على الأقل عن أى محرك كهربائى ثلاثى الفاز.
5. لا تحتاج مصدرًا للطاقة، ولا تحتاج لربط سلك كهربائى.
6. يجب تجنب وضعها فى مكان تتعرض فيه لدرجة حرارة تزيد عن 70 درجة مئوية.
7. تتركب على السطح الخارجى للأنابيب؛ حيث لا تتأثر بالطقس الخارجى.
8. يجب أن يتم تركيبها قبل أول مخرج للماء.
9. يجب تركيبها بعد أى عملية تخزين للماء فى الصهاريج؛ لأن الماء سوف يفقد تأثيرات المعالجة إذا خزن لأى فترة من الزمن.

### كيفية تأثير المجال المغناطيسى على الماء :

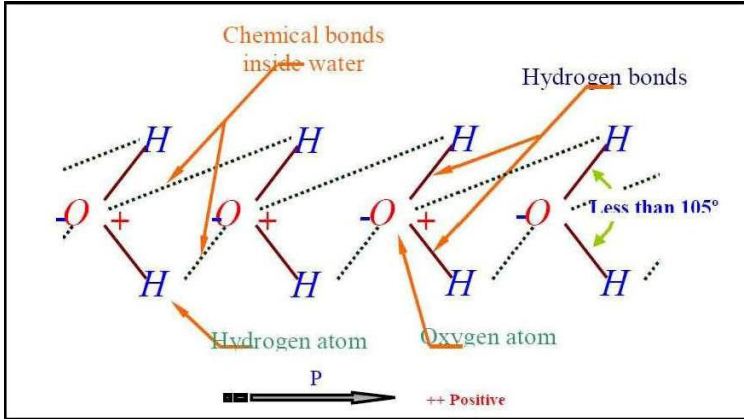
لقد أجريت خلال العقدين الماضيين عدد من التحاليل الكيميائية لمعرفة تركيب ماء زمزم؛ فهو يتميز - بصفة عامة - باحتوائه على تركيزات عالية من المعادن، كما أنه معالج مغناطيسيًا؛ بسبب وقوع بئر زمزم فى واد بين جبال. تعمل الرواسب المغناطيسية فى الطبقات التى تحيط بمجرى المياه الذى يغذى بئر زمزم على معالجته مغناطيسيًا؛ مما يجعلها تكتسب القوة المغناطيسية بتأثير المكان الذى توجد فيه، وهذا ما يطلق عليه العلماء ذاكرة الماء.

تؤثر الطاقة المغناطيسية على الماء؛ بسبب طبيعة تركيب ذرات الماء نفسه، فهو مكون من جزيئين، يرتبطان ببعضهما بتركيب بسيط، ولكنه قوى جدًا، لدرجة أن ارتباطهما أو انفصالهما يكون طاقة حرارية عالية جدًا. إن هذا الارتباط مكون من ذرتى هيدروجين وذرة أكسجين، ويعتبر الرابط الهيدروجينى قويًا وعنقوديًا؛ فقد يبدأ بروابط ثنائية، ولكن بإمكانها أن تتعدد لتصل إلى عشرات الروابط، وعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسى، فإن الروابط

الهيدروجينية بين الجزيئات إما تتغير أو تتفكك؛ مما يؤدي إلى امتصاص الطاقة، فيقلل من مستوى اتحاد أجزاء الماء فيما بينها، ويزيد من قابلية التحليل الكهربائي، ويؤثر على تحليل البلورات (Hilal و Hilal، 2000a&b). يوضح الشكل (1) الشكل الجزيئي للماء، وكيفية ارتباط ذرة الأكسجين مع ذرتي الهيدروجين، ومقدار الزاوية بينهما، علماً أن المصادر أشارت بقيم مختلفة بعض الشيء إلى مقدار هذه الزاوية، فهي إما  $104^\circ$  أو  $104.45^\circ$  أو  $105^\circ$  أو  $105.03^\circ$ ، بينما يوضح الشكل (2) كيف تتوجه جزيئات الماء في اتجاه واحد بعد أن يمرر الماء من خلال مجال مغناطيسي بكثافة فيض معينة (Stafford، 1996، Ahmed و 2009).



شكل (1): جزيئات الماء (Ahmad، 2009).



شكل (2): ترتيب جزيئات الماء بعد تمريره في مجال مغناطيسي (Ahmad، 2009).

إن هذه النزعة من الترتيب الموجه، تسبب سحب وكسر رابطة الهيدروجين، وتراًصاً لجزيئات الماء باتجاه معين أثناء مروره في المجال المغناطيسي، ويقلل من زاوية الارتباط إلى أقل من 105° (شكل 2)؛ مما يقلل من مستوى الاتحاد بين الجزيئات، ومن جهة أخرى نقصان في أحجام الجزيئات؛ بسبب كسر روابط الهيدروجين، حتى أن البعض منها تتحول إلى جزيئات منفردة، وهذه الأسباب، فإن لزوجة الماء المغنط أقل لزوجة من لزوجة الماء الاعتيادي. كذلك إن تغير تراكيب مجاميع جزيئة الماء، يصاحبه تغير في الضغط التنافذي والشد السطحي والرقم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي للماء، وكل من هذه التغيرات تحصل بدرجة مختلفة، وقد تكون بشكل انفرادي.

إن ماء الصنبور العادي له pH محدود 7، بينما تصل درجة pH إلى 7.8 بعد تعريض الماء إلى 7000 كاوس (مجال مغناطيسي قوى، ولمدة طويلة من الوقت)؛ إذ يتم تكوين المزيد من أيونات الهايدروكسيل OH<sup>-</sup>؛ لتكوين بيكربونات الكالسيوم، وبعض المواد القلوية الأخرى، وهذا يساعد على رفع قيمة الـ pH، أى تقليل الحموضة. إن معالجة الماء مغناطيسياً تقلل زاوية الترابط بين ذرتي الأكسجين والهيدروجين في جزيء الماء من 104 إلى 103 درجة، وأن هذا التحول في الزوايا يجعل جزيئات الماء تتجمع في مجاميع أصغر، مكونة من 6-7 مجاميع بعد أن كانت تتكون من 10-12 مجموعة، وهذا التجمع الصغير يقود إلى امتصاص أفضل للماء عبر جدران الخلية؛ نتيجة تقليل ضغط المساحة السطحية (Rao, 2002)؛ مما يسهل اختراق الماء المعالج مغناطيسياً للأغشية الخلوية (Colic وآخرون، 1998)، وحصول امتصاص أفضل للماء، ودخول أسرع إلى خلايا الجذر، والذي يترتب عليه زيادة امتصاص العناصر الغذائية.

أشار العلماء إلى ولادة علم جديد، وهو المغناطيسية الحيوية Magnetobiology، ولكن حقيقة الأمر أنه علم قديم أُعيد اكتشافه. تتغير خصائص الماء عند مروره في مجال مغناطيسي؛ ليصبح ذا طاقة وحيوية وجرياناً أكثر مما كان عليه قبل المعالجة المغناطيسية، ومنها: التوصيل الكهربائي، وزيادة نسبة الأكسجين المذاب في الماء، وزيادة القدرة على تذويب الأملاح والأحماض، والتبلر<sup>(1)</sup>، والتوتر السطحي<sup>(2)</sup> أو الخاصية الشعرية، والتغير في سرعة التفاعلات

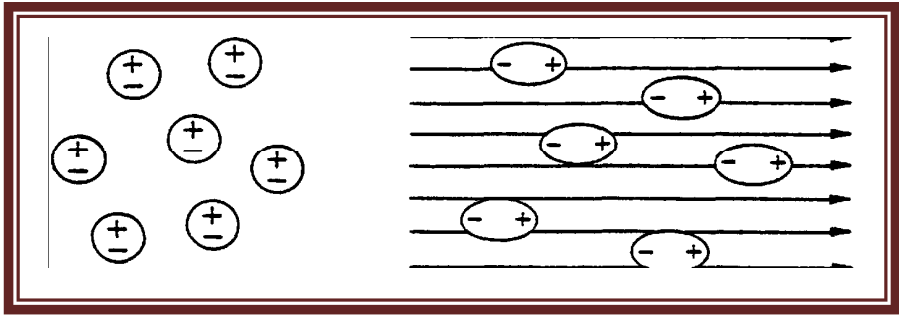
(1) عملية ارتباط الجزيئات الصغيرة بعضها ببعض.

(2) هذه الخاصية هي التي تجعل الماء يرتفع بنفسه في الأوعية الشعرية في الأشجار عند زيادة أو نقصان التوتر السطحي؛ حتى تتساوى قوة التوتر السطحي للماء مع قوة الجاذبية الأرضية.

الكيميائية، وخاصة التبخر، والبلل، والليونة<sup>(3)</sup>، والخواص البصرية، والعزل الكهربائي<sup>(4)</sup>، وزيادة النفاذية. تعمل معالجة الماء مغناطيسيًا على تقوية خصائص الماء، عن طريق تنظيم الشحنات بشكل (موجب سالب)، (موجب سالب)، وهكذا.

### تأثير المجال المغناطيسي في الجزيئات:

إن جزيئات المواد نوعان؛ فهي إما قطبية مثل الماء  $H_2O$ ، أو غير قطبية مثل  $H_2$ ، وإن مرور الجزيئات غير القطبية خلال المجال المغناطيسي، سوف يؤدي إلى شحنها، وتحولها إلى ثنائية القطبية، كما في شكل (3).

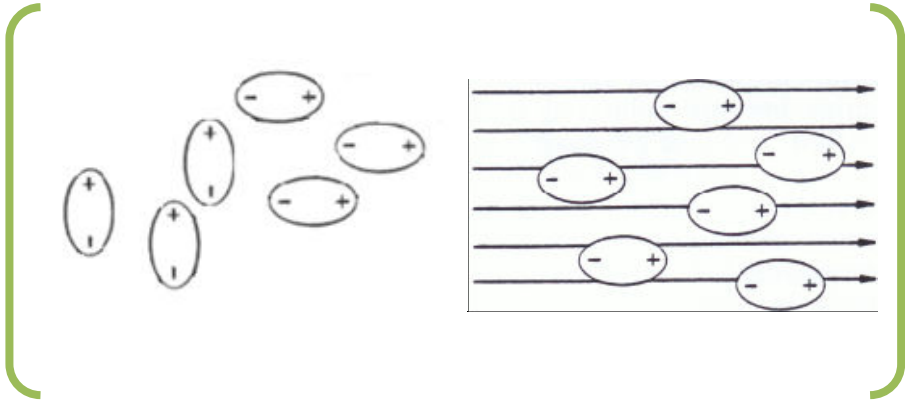


شكل (3): تأثير المجال المغناطيسي على الجزيئات غير القطبية.

أما الجزيئات القطبية كالماء مثلاً، فهي تترتب بصورة عشوائية لأغلب جزيئاتها؛ فعند تعرضها إلى مجال مغناطيسي قوى، فإن عددًا كبيرًا من الجزيئات المبعثرة الترتيب، تتجه باتجاه المجال المغناطيسي، كما في الشكل (4). (Quinn Jack وآخرون، 1998).

(3) التخلص من الكالسيوم والماغنسيوم، وفي بعض الحالات إضافة الصوديوم.

(4) ثابت عزل الماء مرتفع إلى حد ما؛ مما يزيد من كفاءة الماء كمذيب، من خلال عزل جزيئات الأملاح والمعادن والشوائب عن بعضها البعض، بواسطة جزيئات الماء نفسها.



شكل (4): تأثير المجال المغناطيسي على الجزيئات القطبية

وبينت الأبحاث التي أجريت من قبل (Martin 2003)، أن تعرض الماء للمجالات الكهربائية أو المغناطيسية أو الكهرومغناطيسية، سوف يغير اتجاه جزيئات الماء، وهذا يستوجب كسر بعض روابط الهيدروجين. كما أن تعريض الماء إلى مجال مغناطيسي 2000 كاوس، أدى إلى زيادة عدد الجزيئات المنفردة، وهذا يجعل جزيئات الماء غير المتجمعة أكثر؛ نتيجة اختزال في مسافة الروابط الهيدروجينية؛ مما زاد من فعالية الماء. نستنتج من هذا أن المجال الكهربائي أو المغناطيسي (الكهرومغناطيسي)، يعمل على خفض عدد الروابط الهيدروجينية وقوتها؛ مما يؤدي إلى خفض اللزوجة وزيادة الانتشار، والتي تعمل على زيادة فعالية الماء.

### كفاءة استخدام الماء المعالج مغناطيسياً:

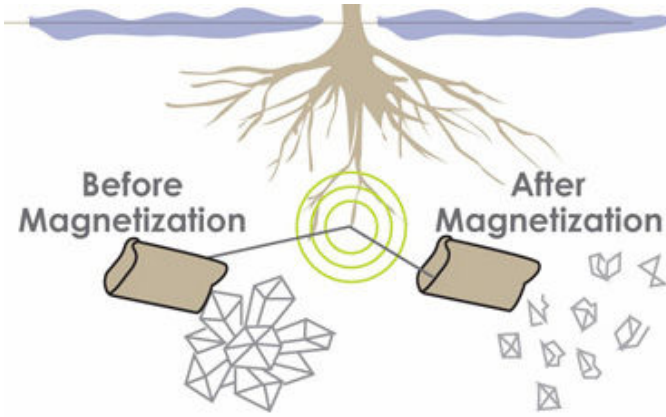
تعد معالجة مياه الري مغناطيسياً أحد التقنيات المهمة التي تؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام المياه، من خلال تأثير عملية المغنطة على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء والتربة.

### تأثير مغنطة الماء على الملوحة:

تعتمد عمليات توظيف التقنيات المغناطيسية في الري على أخذ عدة عوامل بعين الاعتبار، منها ملوحة الماء، وملوحة التربة، وسرعة تدفق الماء من الأجهزة المستخدمة للري، ونوعها. تُعد ملوحة التربة من أكبر مشاكل الزراعة؛ إذ يؤدي تراكم الأملاح في مسامات التربة إلى نقصان شديد في طاقتها، وفي تركيز الأملاح في شعيرات جذور النباتات، فيؤدي ذلك إلى نقصان حصول النبات على مقدار حاجته الغذائية؛ مما يؤدي إلى الذبول، ومن ثم موت النبات. إن مهمة الأنظمة



المغناطيسية هي تكسير البلورات الكبيرة إلى بلورات صغيرة؛ لتمر بسهولة عبر شعريات جذور النباتات ومسامات التربة، وعليه فإن كمية الأملاح في الماء لا تقل، ولكنها لا تكون ضارة؛ لأن النبات سيأخذ كل ما يحتاج لنموه من هذا النوع من الماء، ويرمى إلى المصارف باقى بلورات الأملاح والمكونات الأخرى عديمة الفائدة، كما أن بلورات الملح الصغيرة ومكوناتها ستكون أسهل في المرور من خلال مسامات التربة، لتصل إلى مصارف المياه الأرضية في الطبقات السفلى من التربة (صورة 5) (Takatchenko، 1997، Blake و 2000، Khattab و 2000، وآخرون، 2000a و 2003، Martin، 2003 والشكلي وأحمد، 2003 وحسن وآخرون، 2005 وفهد وآخرون، 2005).



صورة (5): تأثير مغنطة الماء على تفتيت ذرات الأملاح

### استجابة البذور لعملية المعالجة المغناطيسية:

يمكن تحسين أداء البذور قبل زراعتها، باستخدام بعض المعاملات الكيميائية أو الفيزيائية؛ ومن ثم فإن معاملة البذور بالمجال المغناطيسي، يمكن أن تطبق على البذور المنقوعة أو غير المنقوعة قبل الزراعة. فالنسبة للبذور المنقوعة، فيتم ذلك من خلال سكب كمية من الماء في وعاء بعد أن يمرر من خلال مجال مغناطيسي؛ ومن ثم توضع البذور في الماء المعالج مغناطيسياً لمدة ثلاثين دقيقة بعد أن تمرر من المجال المغناطيسي نفسه، ثم بعد ذلك يسكب الماء، وتكرر البذور مرة أخرى من خلال المجال المغناطيسي؛ لتصبح جاهزة للزراعة. أما البذور غير المنقوعة، فتكرر البذور فقط من خلال المجال المغناطيسي بدون نقعها، خصوصاً بذور

المحاصيل التي تزرع على مساحات واسعة؛ كالقمح والشعير والذرة والدخن وغيرها، علماً أن النتائج ستكون أفضل عند استخدام الماء المعالج مغناطيسياً في الزراعة بعد معالجة البذور مغناطيسياً بأى من طريقتي الزراعة أعلاه (Fairgrieve، 2011).

إن البذور التي يتم معالجتها مغناطيسياً تنمو بشكل سريع، وإن ذلك يعود إلى تحفيز تكوين البروتين الضروري لنمو الجذور وتنشيط العمليات الأيضية في البذور الضعيفة (Fairgrieve، 2011)، ويجب أن لا تكون رطوبة البذور المراد معالجتها مغناطيسياً قبل الزراعة أكثر من 14٪، وإلا يكون تكرار عملية المغنطة غير مجدٍ.

إن الوصف الفسيولوجي لإنتاجية البذور المعالجة مغناطيسياً، جاء من خلال قياس طول الجذور الجنينية؛ فقد ثبت - من خلال التجربة - أن النباتات التي لها سرعة جيدة في نمو الجذور الجنينية خلال عملية التحول من مرحلة الاعتماد الذاتي على غذائها المخزون إلى مرحلة التمثيل الكربوني - تكون ذات إنتاجية أعلى ونظام جذري أكثر نمواً وتطوراً (Fairgrieve، 2011).

هناك عامل آخر ومهم في عملية زيادة إنبات البذور، هو الشد السطحي للمياه. يعتمد الشد السطحي للمياه على قوة الأواصر أو التماسك بين جزيئات الماء والضغط ودرجة الملوحة؛ فعندما تكون القوى بين جزيئات الماء والمواد الذائبة أكبر من القوى بين جزيئات الماء، يزداد الشد السطحي، والعكس بالعكس، فإن عملية معالجة المياه مغناطيسياً تعني إعطائه طاقة؛ ومن ثم يمكن فك ارتباط جزيئات المواد الذائبة؛ مما يؤدي إلى قلة الشد السطحي، فكلما يكون الشد السطحي قليلاً، ستكون عملية التنافذ إلى البذور - ومن بعدها إلى النبات - سهلة؛ ومن ثم تنتقل المواد الغذائية بكميات كافية لتتحول إلى طاقة وحيوية، مقارنة بالمياه ذات الشد السطحي العالي.

وكانت أفضل النتائج للبذور المعالجة مغناطيسياً لمدة 50 و 70 دقيقة، مقارنة مع البذور غير المعالجة مغناطيسياً.. كما أشار Nagy وآخرون (2005) إلى أن تعريض البذور لمجال مغناطيسي لمدة طويلة لن يؤدي إلى تغيرات معنوية، أو ربما سيؤدي إلى إضعاف قدرة البذور على الإنبات (Jerman و Ruzic، 2002).

## تأثير الماء المعالج مغناطيسياً على النبات:

يكتسب الماء أهمية خاصة في حياة النبات، فعلاوة على كونه يكون معظم الوزن الرطب للنبات، فإن له دوراً مباشراً في الكثير من العمليات الحيوية؛ إذ تشترك جزيئة الماء مباشرة في عملية التركيب الضوئي، كما أنه يعمل كدعامة للنبات، من خلال تحكمه بالضغط الانتفاخي، كما يعتبر منظماً لدرجة حرارة النبات من خلال عملية النتح. إن الخاصية القطبية لجزيئات الماء تساعد في إذابة كثير من المواد، وتعزى هذه القابلية إلى أن جزيئات المادة المذابة تحطم الروابط الهيدروجينية لبعض جزيئات الماء. كما أشار (Kronenberg 2011) إلى أن الري بالماء المعالج مغناطيسياً يزيد من جاهزية العناصر الغذائية في التربة؛ مما يزيد من نمو النبات.

وقد أشارت الأبحاث إلى أن اتباع التقنية المغناطيسية للحصول على المياه المعالجة مغناطيسياً في الزراعة، يؤدي إلى زيادة القابلية الذوبانية للماء، وغسل الأملاح من التربة، وزيادة جاهزية العناصر الغذائية؛ كالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم (Tkatchenko, 1997).

## نتائج بعض الدراسات الأخرى حول تأثير المياه المعالجة مغناطيسياً:

تفوق الماء المعالج مغناطيسياً على الري بالماء الاعتيادي لنباتات الداليا في عدد وقطر الأزهار، وطول وقطر الساق الزهري، وعدد وطول وقطر الجذور الدرنية.

وأوضح فهد وآخرون (2005) أن استخدام المياه المالحة المعالجة مغناطيسياً، أدى إلى زيادة محصول الذرة الصفراء بمقدار 51%. كما أشار (Herodiza 1999) في سلسلة من التجارب التي تضمنت ري نباتات الذرة الصفراء بالماء المعالج مغناطيسياً، إلى حصول زيادة في ارتفاع النبات، وعدد الأوراق، وطول الورقة، وقطر الساق، والحصول على نسبة زيادة 40 % في المجموع الخضري، مقارنة مع الري بالمياه العادية.

وجد النقيب وآخرون (2008) في دراستهم لتأثير الماء المعالج مغناطيسياً في نمو وإنتاجية القمح، حدوث زيادة ارتفاع النبات، ومساحة ورقة العلم، والنتاج البيولوجي، وإنتاجية الحبوب، وتركيز الفسفور في المادة الجافة، مقارنة بالري بالمياه العادية. وقد أعزوا سبب ذلك إلى أن الماء المعالج مغناطيسياً له قابلية ذوبانية أعلى مقارنة بالماء العادي، فيعمل على إذابة المعادن والأملاح، فيزيد من جاهزية العناصر الغذائية، عن طريق تكسير بلورات الأملاح، وكذلك غسل الأملاح من التربة، كما أن الماء الممغنط سهل الامتصاص من قبل خلايا الجذور، مقارنة

بالماء العادى، وبذلك يصبح ناقلًا جيدًا (Kronenbery، 2011)، وهذا بدوره يزيد من نمو وحاصل النبات.

### مياه الري المعالجة مغناطيسيًا تزيد من كفاءة المبيدات:

درس الفرطوسى (2011) مياه الري المعالجة مغناطيسيًا (ماء عادى و500 و1000 و2000 كالوس)، وأثرها في زيادة كفاءة مبيد الترايفلورالين لمكافحة الحشرات، وانعكاس ذلك في صفات نمو وإنتاجية ونوعية القطن صنف لاشاتا، فنتج عن الشدة 500 كالوس أقل معدل لكثافة الحشرات بعد 90 يومًا من الزراعة، وقد انعكس ذلك إيجابًا في تحسين صفات النمو الخضري؛ كارتفاع النبات والمساحة الورقية ودليلها، وعدد الأفرع الخضرية والشرمية، وصفات النمو الثمرى؛ كعدد اللوز المتفتح الكلى، ووزن اللوزة، وعدد البذور فيها، وإنتاجية قطن الزهر والشعر، قياسًا مع مياه الري العادية، وأدى إلى زيادة كفاءة معدلات الرش الواطئة من المبيد، وبنسب مقاربة من معدلات الرش الأعلى؛ مما أسهم في التقليل من خطر التلوث البيئي الناجم عن استخدام معدلات الرش العالية منه.

### نتائج تطبيق التقنية المغناطيسية في الزراعة:

إن تطبيق التقنية المغناطيسية في الزراعة سيوفر لنا نتائج عدة - سبق وأن اشارت لها البحوث المنفذة خلال 30 عامًا الأخيرة (هلال، 2005) - وهى:

- 1- التوفير في كمية البذور اللازمة للزراعة، من خلال زيادة قابليتها للإنبات.
- 2- اختصار مرحلة النمو للنبات بحوالى 15 - 20 يوم.
- 3- التقليل من أمراض النبات بحوالى 60 إلى 70٪.
- 4- بواسطة تطبيق الأنظمة المغناطيسية على زراعة (الحبوب، أشجار الفاكهة، الخضر، البطيخ، واليقطين) يزداد المحصول بحوالى 40٪.
- 5- توفير حوالى 30٪ من الماء المستعمل للري.
- 6- المساهمة في تجهيز العناصر الغذائية للنبات، وزيادة ذوبان الأسمدة المضافة.
- 7- باستعمال الماء المغنط في الري، تحصل عملية غسيل التربة من الملح؛ نتيجة لتكسير وتفتيت ذرات الأملاح.

- 8- يساعد على تسريع عمليات نضج المحاصيل الزراعية.
- 9- الحصول على محاصيل زراعية جيدة من حيث الكم والنوع.
- 10- يساعد في توفير الماء المستخدم في الري، والتقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية.
- 11- يساعد في غسيل الأملاح من التربة.
- 12- يعمل على تقليل التوتر السطحي، وتحسين خواص التربة.
- 13- يساعد المياه الممغنطة على زيادة نفاذيتها لخلايا النباتات ومسام التربة.
- 14- يعمل على زيادة نسبة الأكسجين في مياه الري حوالى 15 %.
- 15- يمنع تكوين الترسبات على السطوح الداخلية لأنابيب الري، والتي تؤدي إلى تقليل القطر الداخلى للأنبوب؛ مما يؤدي إلى عدم الكفاءة والانسداد، بالإضافة إلى تدمير كامل للأنبوب والجهاز.
- 16- يصعق الماء المُعالج النيماَتودا والميكروبات حول جذور النبات.
- 17- يساعد في حل مشكلة تضغط التربة التي تتراكم مع الزمن؛ مما يحسن الميزان المائي والهوائى في التربة، ويعطى الجذور حرية النمو وامتصاص العناصر المغذية في صورة أسرع.
- 18- زيادة نمو الجذور؛ نتيجة زيادة امتصاص العناصر الغذائية الذائبة.
- 19- زيادة احتفاظ التربة بالماء؛ مما يساعد على النمو الكلى للنبات، ويزيد كفاءة الري.
- 20- يؤدي إلى تطهير المياه من الميكروبات بنسبة 50%.
- 21- يسمح باستخدام المياه الغنية بالحديد في الري، بدون الحاجة إلى تنظيف خطوط التنقيط يوميًا، وأتاح ذلك إمكانية استخدام نظم الري المتطورة في الواحات والأراضي الصحراوية.
- 22- الجهاز الواحد يعالج ملوحة مياه تصل إلى 3000 جزء في المليون، وإذا كانت الملوحة أكثر من ذلك، يتم وضع أكثر من جهاز على التوالى حسب درجة الملوحة.
- 23- يزيد من كفاءة المبيدات؛ حيث يمكننا من استخدام معدلات وتركيزات رش منخفضة؛ مما يسهم في تقليل تلوث البيئة.

24- يزيل التلوث الطبيعي للمياه؛ حيث يخلص المياه من المظهر والرائحة الكريهة، من خلال معالجتها مغناطيسيًا.

نستنتج من هذا كله مدى فعالية المعالجة المغناطيسية في تحسين خواص الماء، والتي ستؤثر لاحقًا في صفات المادة التي يدخل الماء في تركيبها، خاصة إذا ما علمنا أن الماء يشكل 60 - 95 % من المركبات الكيميائية الموجودة في الكائنات الحية، ويتخلل أجزاء كل خلية.

### استخدام تقنية المياه المغنطة في غسيل الأراضي المتأثرة بالأملاح:

من الدراسة التي قام بها أمير خليل في هذا المجال، أوضح أن قيم الحموضة تغيرت بعد مغنطة المياه؛ حيث بلغت (6,7) مقارنة بالمياه العادية، إذ بلغت (7,6). وكان تأثير قيم الملوحة طفيفًا بعد مغنطة المياه؛ إذ سجلت قبل المغنطة (1,6) دسمنز/م، وبعد إمرارها بجهاز المغنطة (1,5) دسمنز/م. وأن الزمن اللازم - والذي تستغرقه المياه المغنطة - للمرور بعمود الغسل (11) دقيقة، مقارنة بالوقت الذي تستغرقه المياه العادية (32) دقيقة، وهذا دل على أن المياه المغنطة تكون أكثر نفاذية من المياه غير المغنطة في المرور من خلال مسامات التربة، وبالتالي تكون أكثر كفاءة في غسيل الأراضي المتأثرة بالأملاح.

وجد (ماكلين، 2005) أن الحقل المغناطيسي قدره 1000 وحدة مغناطيسية تزيد سعة امتصاصه للأيونات بالتبادل بحوالي 5 - 8 %، بينما قدرة 3000 وحدة تزيد هذه النسبة إلى ما يتراوح بين 19 % إلى 26 %. من هذا نستنتج أنه كلما زادت قدرة الحقل المغناطيسي زادت سعته على امتصاص الأيونات المتبادلة. أوضح (ماكلين، 2005) أن التعرض للقدر المناسب من المجال المغناطيسي سوف يجنب أي أذى للإنسان. أما في حالات التلوث الطبيعي لمياه البحيرات، فإن المياه المعالجة المغناطيسية جعلت مياه البحيرة صالحة للاستهلاك الآدمي؛ حيث إن الماء المغناطيسي يجري وينساب بشكل أسرع

(Hasson and Bramson , 1985). والجدول (1) يوضح بعض الصفات الكيميائية لمياه بحيرة ملوثة قبل وبعد معالجتها بجهاز المغنطة.

جدول (1) يبين التغير في صفات المياه لبحيرة في سلطنة عمان عند إمرارها بجهاز المغنطة

الخواص	نتائج تحاليل المياه قبل تركيب الأنظمة المغناطيسية في بحيرة حديقة القرم وسط مسقط / عمان بتاريخ 1995 / 1/6	نتائج تحاليل المياه بعد تركيب الأنظمة المغناطيسية في بحيرة حديقة القرم وسط مسقط / عمان بتاريخ 1995 / 6/19
المظهر والرائحة	مياه قاتمة ورائحة كريهة	مياه صافية بدون رائحة
pH	8.08	7.4
مغنيسيوم (Mg) (ملي مول / لتر)	145.67	111.8
سلفات (ملي مول / لتر) (SO4)	560.87	407.8
العسرة المائية (CaCO3)	1293.5	1150.0

مياه قاتمة مع لون أخضر باهت.	مياه البحيرة شفافة بدون أى ظلال أو طين.
الرؤيا في العمق لا تتعدى 20 سم.	الرؤيا في العمق لغاية أكثر من 150 سم.

### المواد وطرق العمل :

تم استخدام ترب متأثرة بالأملح، وتم وضع الترب بعد التجفيف في داخل أنابيب الغسل؛ حيث استخدم العمود الزجاجي المختبري ذو قطر 10 سم، وبطول 30 سم، وبعدها وضعت التربة المتأثرة بالأملح في عمودى الغسل؛ حيث يستخدم الأول للغسل بالمياه العادية (نهر الفرات)، والثاني بالمياه الممغنطة (نهر الفرات) شكل (1)، وبالطرق الخفيف مع التدوير للعمود

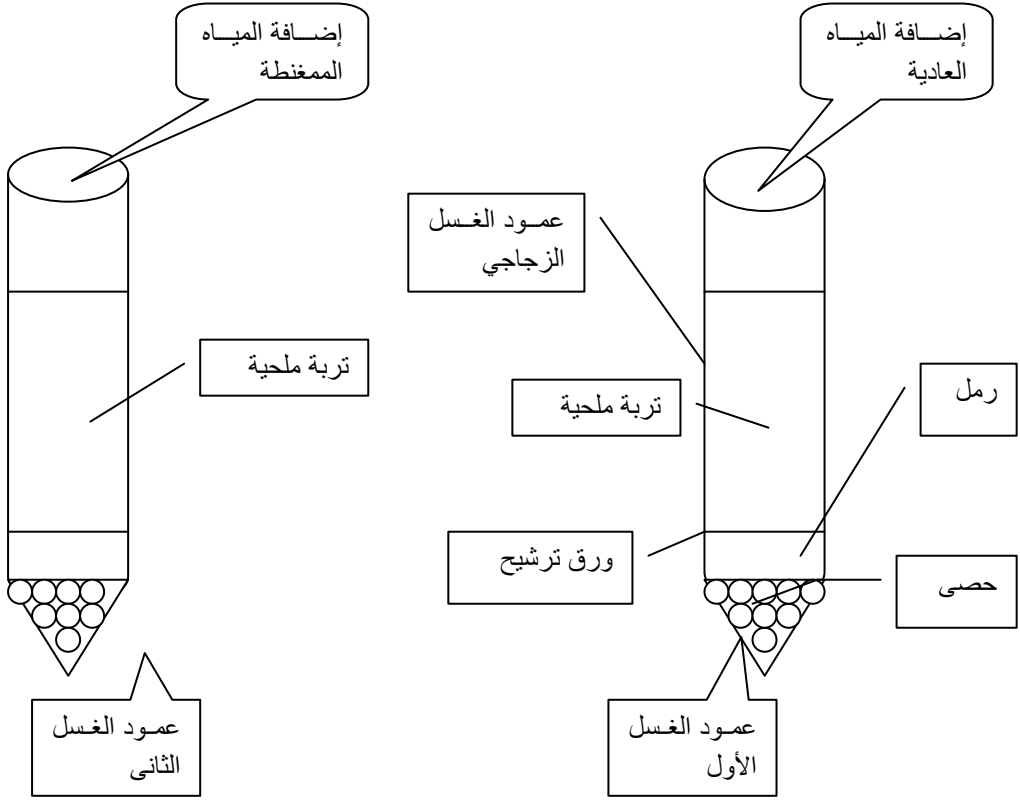
مع التربة؛ للحصول على كثافة ظاهرية مقارنة للكثافة الظاهرية الموجودة بالحقل، وبواقع ثلاث مكررات لكل عمود.

جدول (2) يوضح بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة

نوع التحليل	وحدة القياس	القيمة
PH	—	6.5
Ec	دسي سيمنز / م	15.8
الصوديوم	ملي مول .. شحنة / لتر	31
البوتاسيوم	ملي مول .. شحنة / لتر	1.2
الكالسيوم	ملي مول .. شحنة / لتر	60
الماغنيسيوم	ملي مول .. شحنة / لتر	67
الكبريتات	ملي مول .. شحنة / لتر	22
الكلوريد	ملي مول .. شحنة / لتر	137.5
الكربونات	ملي مول .. شحنة / لتر	NiL
البيكربونات	ملي مول .. شحنة / لتر	0.5
CEC	ملي مكافئ / 100 جم تربة	20
O.M	%	1,6
الطين	%	15.4
السلت	%	71.8
الرمل	%	12.4
نوع القوام		طينيه طينيه



أما المياه المستعملة في الري فهي مياه نهر الفرات؛ حيث تم مغنطة قسم منها، والأخرى بدون إمرار المياه بجهاز المغنطة شكل (1).



شكل (1) يبين تحضير أعمدة الغسل الزجاجية في التجربة

### النتائج التي خلصت إليها الدراسة :

يوضح الجدول (3) التغير في قيم التوصيل الكهربائي عند مغنطة مياه الفرات؛ إذ بلغت القيمة لمياه النهر (1,62) ديسمنز / م، بينما انخفضت إلى (1,55) ديسمنز / م؛ حيث إن التغير طفيف، وهذا يتفق مع (المفلح، 2005)، والذي بين أن مغنطة المياه تؤثر في تغير قيم EC. أما التغير الطفيف في رقم درجة الملوحة، فيرجع - حسب (جون، 2005) - إلى أن مغنطة المياه

سوف تعمل على إعادة توزيع جزيئات الأملاح الذائبة، وتجعلها أقل انتشاراً في المحلول الغروي، وهذا بدوره يؤدي إلى الانخفاض الطفيف في درجة الملوحة بعد مغنطة المياه.

سجلت درجة التفاعل PH انخفاضاً ملحوظاً؛ حيث بلغت قيمها في المياه العادية (7.6) مقارنة بالمياه الممغنطة، والتي بلغت (6.7)، وهذا يتفق مع كل من (Chechel and Annenkova, 1972) و (Harrison and, 1993)، الذين وجدوا أن درجة الحموضة تتأثر عند إمرار المياه بجهاز المغنطة.

جدول (3) قيم درجة الملوحة والحموضة لمياه نهر الفرات قبل وبعد إجراء عملية المغنطة

مصدر المياه	التوصيل الكهربائي (دسيمنز / م)	PH	مجموع الأملاح الذائبة ms/m
نهر الفرات ع*	1.62	7.6	0.8
نهر الفرات م*	1.55	6.7	0.77

ع = مياه عادية.

م = مياه ممغنطة.

يرجع السبب إلى هذا التغير في قيم الحموضة - وكما أوضح (Duffy, 1977) - إلى أن جزيئة الماء متكونة من ذرة أكسجين وذرتين من الهيدروجين؛ إذ لا توجد جزيئة ماء منفردة بالطبيعة، حيث تتشكل بهيئة عنقودية، وهي أصغر وحدة بناء للماء، ويعتمد حجمها على عدد الجزيئات الداخلة بالتشكيل البلوري للماء، والمرتبطة بأواصر فيما بينها. يعمل المجال المغناطيسي على إعادة الترتيب للتشكيل البلوري للماء، وهذا هو العامل الأساسي لإعطاء الماء التغير في بعض الصفات، وخاصة رقم الـ PH، وزيادة نسبة النفاذية، وهذا ما وجدته (Harrison and, 1993) و (Hasson and Bramson, 1985) و (Duffy, 1977).

تتغير درجة PH بصورة ملحوظة عند استخدام المياه الممغنطة في غسل الترب، مقارنة بالمياه العادية؛ حيث بلغت (6، 6) في الحجم (40 و 50) سم<sup>3</sup>، مقارنة بالترب المغسولة بالمياه العادية، والتي سجلت أقل رقم لـ PH، والذي بلغ 6، 8 و 7.2 في الحجم (40 و 50) سم<sup>3</sup> "الجدول (4) و (5)؛ ففي الماء الممغنط يكون الحجم نصف ما هو عليه للماء غير الممغنط، حيث يتراوح بين (5-6) جزيئة، بينما الماء الاعتيادي يكون (10-13) جزيئة؛ مما يعطيه الإمكانية العالية للنفاذية بين الأغشية الخلوية، بالإضافة إلى تقليل تركيز أيون الهيدروجين خلال وحدة الحجم؛ حيث أن الانخفاض في رقم درجة الحموضة في الترب القاعدية، يساعد على جاهزية بعض

العناصر الغذائية الكبرى، مثل الفسفور والعناصر الصغرى في التربة، وهذا ما أكدته (راين واسطفان، 2003).

جدول (4) يوضح بعض الصفات الكيميائية لترب مغسولة بالمياه العادية

حجم مياه الغسل (V Cm3)	التوصيل الكهربائي	درجة التفاعل	مجموع الأملاح الذائبة
	Ds/m EC	PH	TDS ms\m
1	16	7	7.9
2	16.15	6.8	8.1
3	15.95	6.6	8
4	14.16	6.8	7.1
5	6.37	7.2	3.2
6	5.83	7.2	2.91
7	4.49	7.2	2.25

جدول (5) يوضح بعض الصفات الكيميائية لترب مغسولة بالمياه المغطنة

حجم مياه الغسل (V Cm3)	التوصيل الكهربائي	PH	مجموع الأملاح الذائبة
	Ds/m EC		TDS ms\m
10	13.22	7.7	6.47
20	14.47	6.8	7.26
30	14.92	6.5	7.49
40	15.33	6	7.7
50	15.61	6	7.83
60	14.06	6.2	7.06
70	8.32	7	4.17
80	5.68	7.2	2.85

عند ملاحظة النتائج في جدول (4) بالنسبة إلى درجة EC، نلاحظ الاختلاف في القيم المقاسة حسب الحجم المسامى المأخوذ للعمودين؛ حيث نلاحظ في عمود التربة المغسول بالمياه العادية ارتفاع قيم الملوحة بالتدريج، والتي بلغت (16 و 16.15) دسيمز/م بالنسبة إلى الحجم (10 و 20) سم<sup>3</sup>، ثم بدأت بالانخفاض التدريجي (15.95، 14.16، 6.37، 5.83، 4.49) دسيمز/م لأحجام مياه الغسل المتجمعة (30، 40، 50، 60، 70) سم<sup>3</sup> على التوالي، وهذا يعود إلى أن مياه الغسل تعمل على إزاحة الأملاح المتواجدة في الفراغات البينية الموجودة في مسامات التربة الموجودة في عمود الغسل، وبالتالي تعمل على رفع قيم الملوحة في الحجم المسامية الأولى

التي تم جمعها (Martynova et al., 1967)، بالإضافة إلى تجميع الأملاح إلى أسفل عمود التربة، كما أن الإضافات المتتالية من مياه الغسل تعمل على دفع الأملاح المتراكمة في أسفل عمود الغسل؛ ومن ثم إلى الماء المتجمع المتراكم، وهذا يؤدي إلى زيادة قيم التوصيل الكهربائي (Kronenberg, 1985).

بالنسبة إلى عمود التربة المغسول بالمياه المغنطة فالجدول (5) يبين أن قيم EC تبدأ بالارتفاع التدريجي (13.22، 14.47، 14.92، 15.33، 15.61) دسيمن/م، للأحجام (10، 20، 30، 40، 50) سم بالتوالي؛ ومن ثم بدأت بالانخفاض لقيم الملوحة (8.32، 14.06، 5.68) دسيمن/م، بالنسبة إلى الحجم (60، 70، 80) سم. نلاحظ بأن التدرج في ارتفاع EC بالتربة المغسولة بالمياه العادية للحجم (10 و 20 و 30) سم، أما في التربة المغسولة بالمياه المغنطة، فقد استمرت قيم EC بالارتفاع إلى الحجم المساوي 50 سم 3؛ وهذا يعود إلى أن المياه المغنطة تكون ذات نفاذية عالية، وهذا ما أكدته (McNeely, 1994)؛ إذ تعمل المياه المغنطة على النفاذ من عمود التربة بصورة أسرع من المياه العادية؛ بسبب أن جزيئات الماء المغنط تكون أكثر ترتيباً وانتظاماً من جزيئات الماء العادي، إذاً يكون الحجم للمياه المغنط نصف ما هو عليه للمياه العادية (شركة المياه المغنطة، 2008)، وبالتالي تكون سرعة هذه المياه في مسامات التربة أسرع، وسوف تعمل على غسل الترب الملحية بصورة تدريجية، والتي تكون ضرورية في أساسيات غسل الترب الملحية حسب (Joshi and Kamat, 1966) و (Klassen, 1981)؛ لأن المياه التي تمر بصورة تدريجية ومنظمة تعمل على غسل الأملاح الموجودة على أسطح دقائق التربة، التي تتواجد عليها الأملاح المتمزة، والأملاح المترسبة بصورة كلية من التربة. أما بالنسبة للتربة المغسولة بالمياه العادية، فإن المياه المارة بعمود الغسل تزيح - فقط - الأملاح المتواجدة في أسطح دقائق التربة، بالإضافة إلى الأملاح المترسبة في مسامات التربة الدقيقة حسب (Donaldson, 1988).

إن استعمال المياه المغنطة يعمل على غسل التربة من الأملاح بصورة جيدة أفضل من الترب المغسولة بالمياه العادية، وهذا يتفق مع (المفلح، 2005) و (Busch, 1986) و (Bruns et al, 1986).

(1966)، والذين وجدوا أن استعمال المياه المغنطة في غسل الأملاح من التربة يكون ذا نتائج جيدة من استعمال المياه غير المغنطة.

جدول (6) يبين الزمن المستغرق في غسل الترب للمياه العادية والمياه المغنطة

نوع المياه	زمن الإضافة (ساعة)	زمن النزول (ساعة)	الزمن المستغرق للنزل (دقيقة)	وقت التجمع للحجم المسامى الأول (ساعة)
المغنطة	11.34	11.45	11	2
العادية	11.03	11.35	32	2.31

يوضح الجدول (6) أن الزمن الذى تسغرقه المياه المغنطة للمرور بعمود الغسل 11 دقيقة، مقارنة بعمود الغسل بالمياه العادية 32 دقيقة، وهذا يدل على أن جزيئات الماء بعد المغنطة تمر بدقائق التربة بصورة أسرع؛ إذ يكون حجم جزيئات الماء المغنط نصف ما عليه لجزيئات الماء العادى، وهذا يتفق مع (Mirumyants et al., 1972).

أوضح (Klassen1، 1981) أن المياه المغنطة تساعد على التخلص من الأملاح في التربة، وهذه المياه تمنع تجمع أملاح كلوريد الصوديوم بالذات في التربة المعالجة بهذه المياه، بالإضافة إلى أنها تساعد في غسل الترب الغنية بأملاح الكالسيوم والماغنسيوم أيضاً.

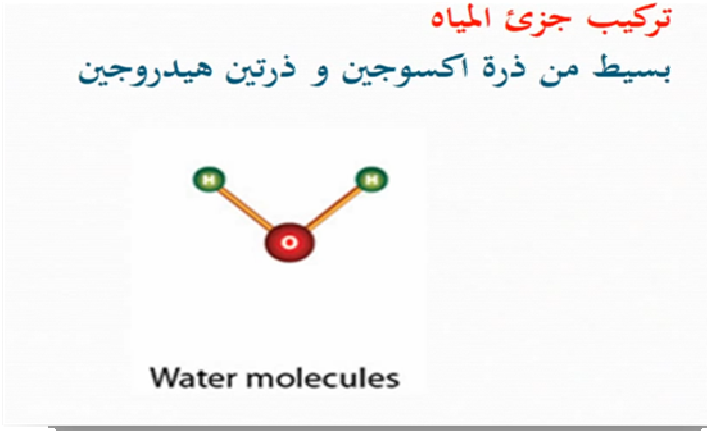
وجد (Peter Cant، 2005) أن الري بالمياه المغنطة لمدة 18 شهراً، يؤدي إلى عدم ترسيب الأملاح في التربة.

وعليه، فإننا نقترح القيام بالمعالجة المغناطيسية للمياه المستعملة للرى؛ لحل مشكلة تراكم الملح في التربة، بالإضافة إلى أن الماء المعالج مغناطيسياً يقوم بغسل التربة من الأملاح بفاعلية تزيد ثلاثة أضعاف عن فاعلية الماء غير المغنط في ذلك، وفي الوقت نفسه يعمل على تركيز الأكسجين في تلك المياه، بزيادة 10٪ عن المستوى المعتاد (واصف، 1996). كما يجب ملاحظة أنه بعد الغسل المغناطيسى للتربة، فإن محتوى العناصر المغذية في التربة يزيد بصفة ملحوظة؛ لإمكانية مرور جزيئات المياه المغنطة بين صفائح دقائق معادن الطين، وخاصة المثبتة لأيونات البوتاسيوم والفسفور.

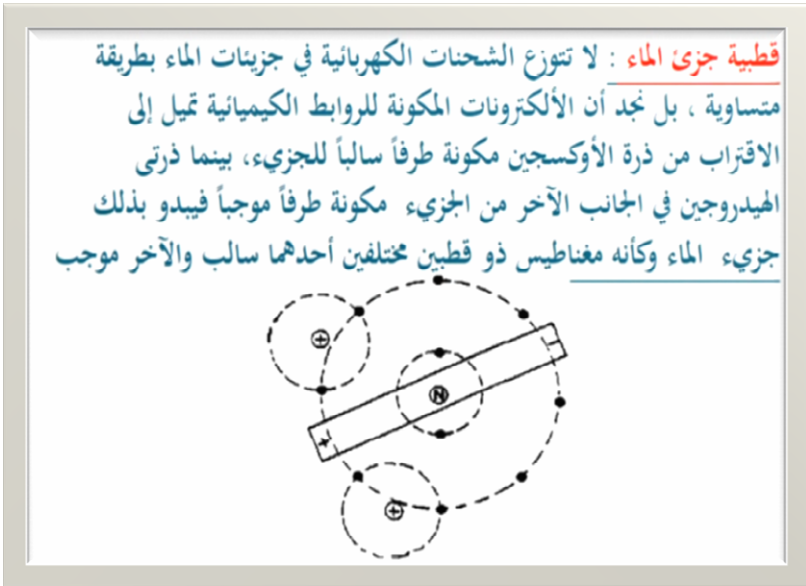
### آلية عمل الماء المغنط:

يمكن تفسير عمل الماء المغنط عن طريق الخطوات التالية:

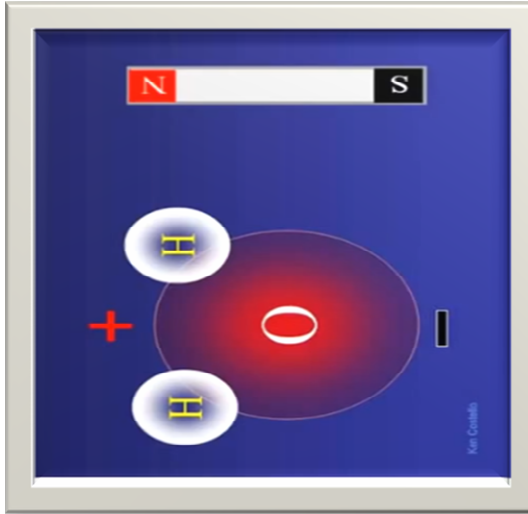
(1)



(2)

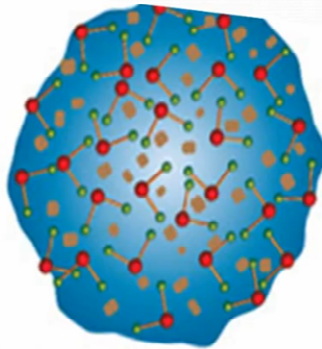


(3)

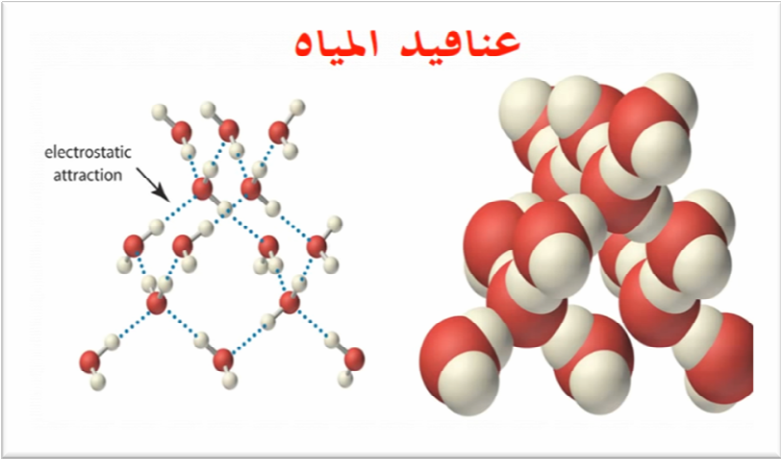


(4)

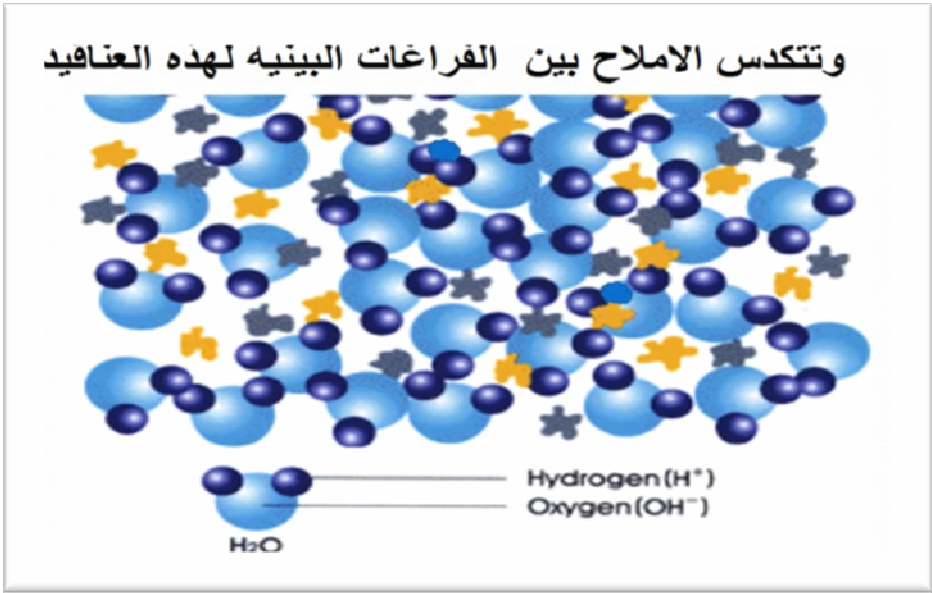
**خاصية التجميع** بسبب ظهور جزيء الماء وكأنه مغناطيس ذو قطبين مختلفين تظهر خاصية التجميع حيث لا تبق جزيئات الماء منفردة في حالتها السائلة بل تتجاذب فيما بينها فيجذب الطرف الموجب الطرف السالب ويتجمع من 17-20 جزيء أو أكثر من ذلك مشكلين عناقيد.



(5)



(6)

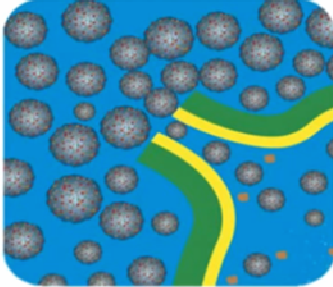




(7)

عناييد المياه حجمها أكبر من قطر خلايا الامتصاص في جذور النبات فلا تمر بل تسد تلك الخلايا ويموت النبات.

Untreated Water



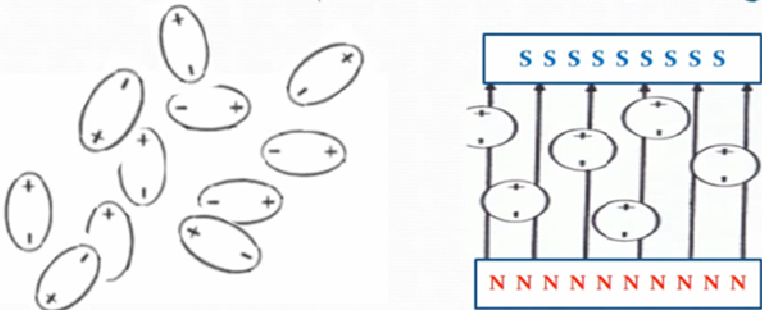
Many are too large to enter the cell

Partial hydration

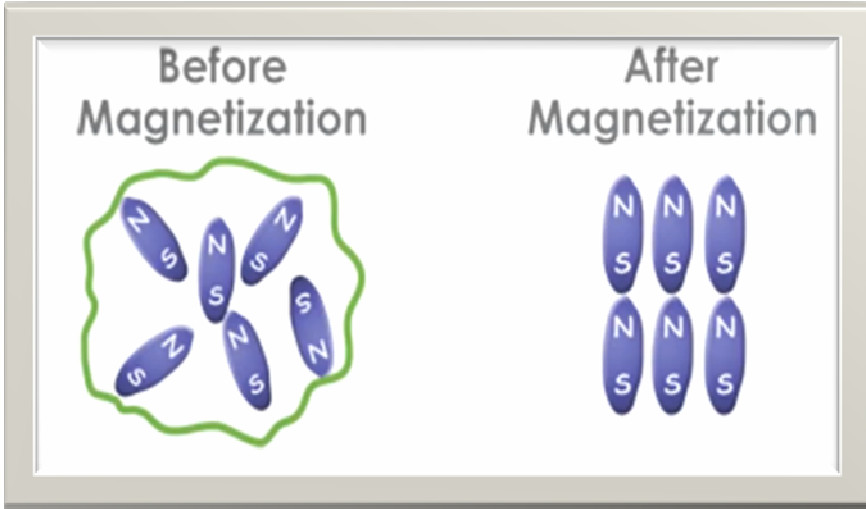
(8)

**1- تترتب جزيئات الماء وتنظم قطبياً:**

جزيئات الماء تكون في صورتها الطبيعية في حالة عشوائية وعند مرورها خلال المعالج المغناطيسي تترتب باتجاه الأقطاب وتنظم قطبياً.



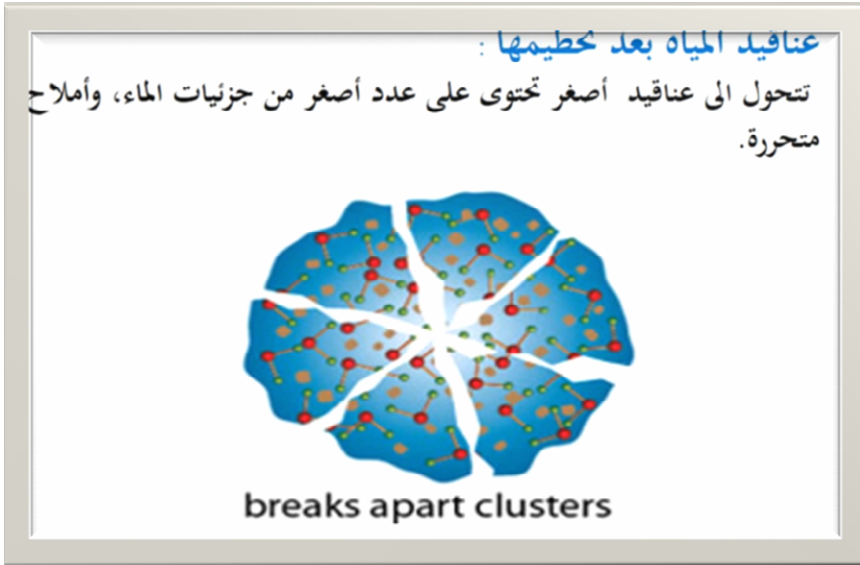
(9)



(10)

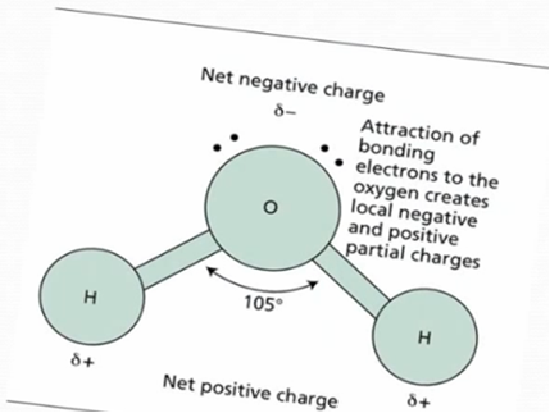


(11)



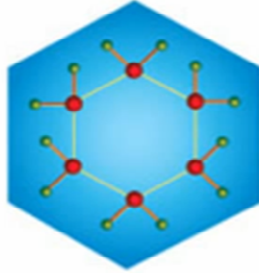
(12)

**3- تقليل زاوية الارتباط بين ذرتي الهيدروجين من 105° إلى 103°** وهذا يؤدي إلى تقليل آخر لمجاميع العناقيد فتقل حتى تصل الى 6 جزيئات . وتأخذ شكل عنقود سداسي



(13)

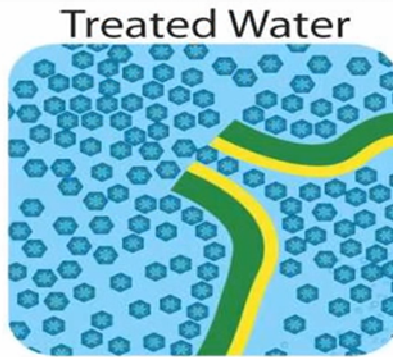
**العناقيد السداسية** تنشأ نتيجة تكسر وتحطم العناقيد والمجاميع الجزيئية للمياه بتأثير المجال المغناطيسي.



into smaller  
hexagonal clusters.

(14)

العناقيد السداسية الصغيرة يسهل دخولها خلال خلايا الامتصاص بالجذور ، بل وتتم بسهولة عبر مسامات التربة مما يساعد على عدم تركيز الأملاح بها بل وغسيلها



03.01

Full Hydration

(15)

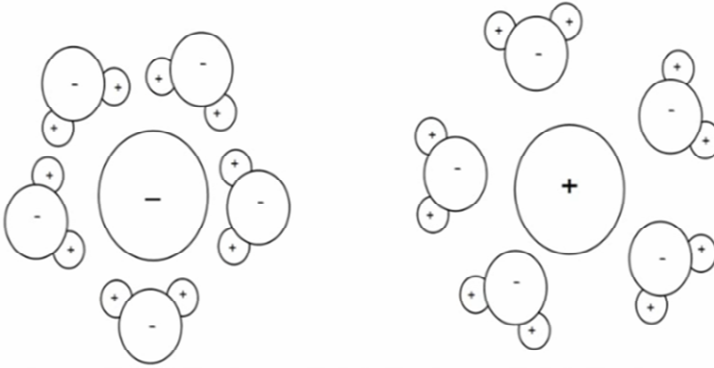


(16)

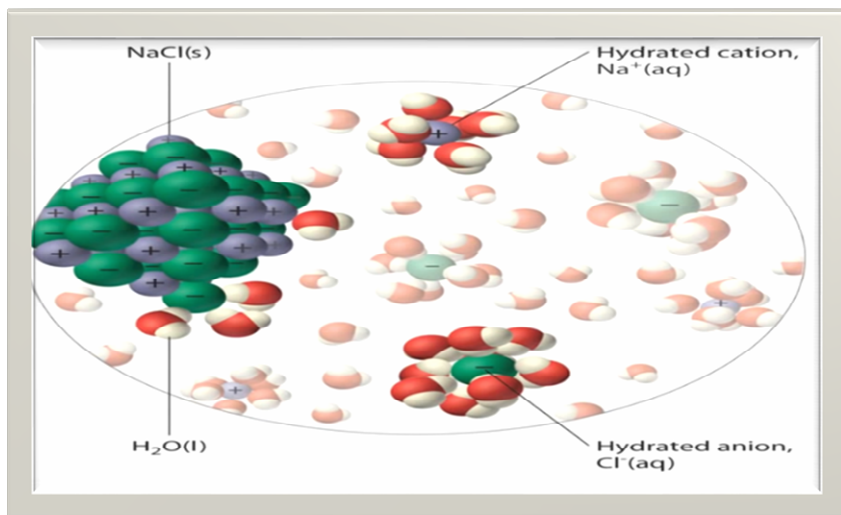
### أيونات الأملاح المذابة :

بعد ضعف وتحطم الروابط الهيدروجينية ، تتحرر أيونات الأملاح ، وتتأثر بالمعاملة المغناطيسية ويمكن تفسير آلية تأثيرها بما يلي :

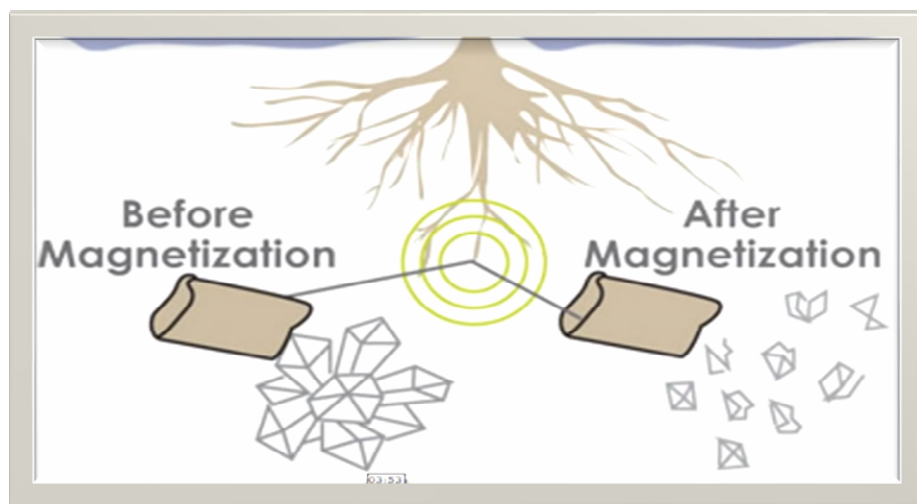
تحيط جزيئات الماء بكل أيون حر مكونه غلاف حوله وتعزله وتفصله تماما ، فيصعب على هذه الايونات الالتحام و الترسب مرة أخرى وذلك لإرتفاع ثابت عزل الماء .



(17)



(18)



## التطبيقات المستخدمة نتيجة المعالجة المغناطيسية للماء:

### 1- زيادة كفاءة غسيل التربة:

تأخذ النباتات كل ما تحتاجه من أملاح وغيرها من الماء، وتترك ما لا تحتاجه؛ ليذهب إلى المصارف، أو يتراكم في الأرض، مسبباً تملحها، لكن إذا كان الماء المستخدم معالج مغناطيسياً، فإن جزيئات الأملاح سيتم تكسيدها لأحجام أصغر من أحجام مسام التربة؛ لهذا تتسرب الأملاح إلى مصارف المياه في الطبقات السفلى من التربة.

وقد تم تفسير ميكانيكية التحسين هذه، بأن كثافة الماء المعالج مغناطيسياً أكثر بـ 0,1 جم / سم<sup>3</sup>، مقارنة بكثافة الماء العادي؛ لهذا تتضاعف سرعة الترشيح، أى أن الماء المعالج مغناطيسياً يستطيع أن يأخذ 10 جم من الأملاح من كل 100 جم من التربة، وبالتالي تعمل المعالجة الجيدة على إزالة ملوحة التربة بكفاءة تعادل 4 أضعاف الماء العادي، خاصة أملاح الكربونات، وقد أزال المزارعون التملح من حقولهم بنسبة 29% أكثر من الغسلة الأولى وبنسبة 33% أكثر في الغسلة الثانية عند استعمال الماء المعالج مغناطيسياً، مقارنة بغير المعالج.

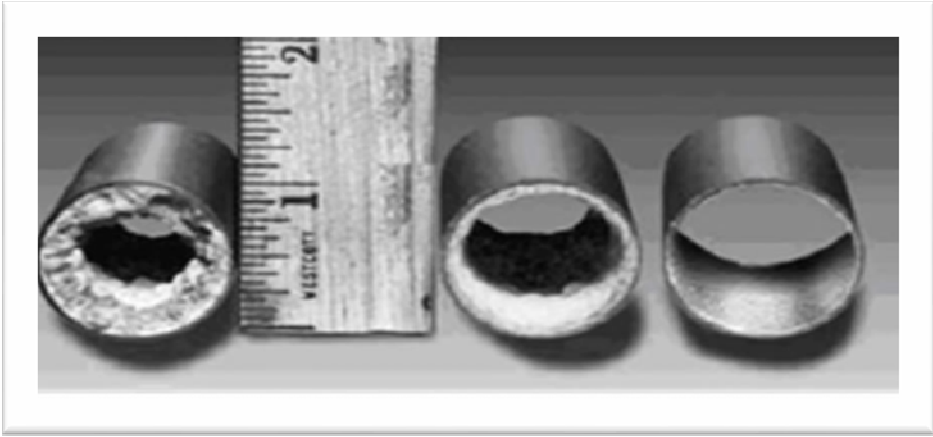
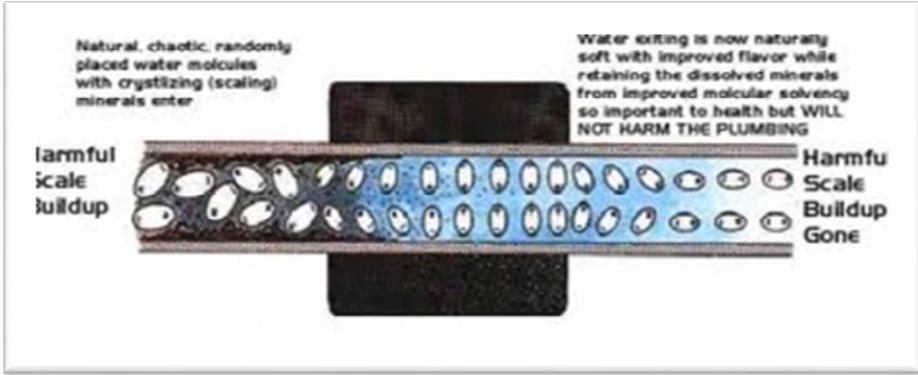
### 2- عدم تكون طبقة ملحية بيضاء:

استخدام الماء العسر وغير المغنط يتسبب في تكوين طبقة بيضاء، تترسب على سطح التربة، وهي عبارة عن بيكربونات الكالسيوم وبعض من بيكربونات الصوديوم، التي تخرق التربة وتحيط بجذور النباتات، والتي تبدأ بعدها بالاختناق؛ بسبب هذا التراكم؛ مما يقلل من النمو الطبيعي للنباتات.

أما المياه المعالجة مغناطيسياً، فإنها لا تشكل أى ترسيب للأملاح على سطح التربة، وبالتالي زيادة إنتاجية المحاصيل، وزيادة في نوعيتها.

### \* منع التكلس على جدران مواسير المياه:

حيث إن مغنطة الماء تحول الماء العسر إلى ماء يسر، وبالتالي تمنع تشكيل ترسيبات كلسية على السطوح الداخلية لأنابيب الري، والتي تؤدي إلى تقليل القطر الداخلي للأنابيب؛ مما يؤدي إلى انسداد الأنابيب وقلة كفاءتها، بل قد يحدث تدمير كامل للأنابيب والأجهزة. وتعتبر هذه الخاصية من أهم فوائد الماء المغنط .. والصور التالية توضح هذه المشكلة.



### 3- زيادة انحلالية الأملاح والاستفادة من المغذيات:

تحتاج الأشجار والنباتات إلى العديد من الأملاح المعدنية والعناصر المغذية الموجودة في التربة؛ لتقوم هذه النباتات بعملية التمثيل الضوئي وباقي العمليات الحيوية. لكن في معظم الأحوال، لا تستطيع النباتات الاستفادة من غالبية هذه المغذيات الموجودة في التربة؛ لأن الماء العادي يجعل كمية قليلة فقط من هذه العناصر تنحل في التربة، وتصبح قابلة للامتصاص من قبل النباتات، وهذا العجز في المغذيات والعناصر في التربة، هو السبب الرئيس في انخفاض معدلات النمو، والغلة المنخفضة للمحاصيل.

ولما كانت المعالجة المغناطيسية تؤثر على قطبية الأيونات؛ لهذا فهي تزيد من انحلالية وتكسير الأملاح بوجه عام، كما تزيد من نفاذية أيونات الكلوريد إلى داخل الأغشية الخلوية،



وبالتالى تحصل النباتات على كمية أكبر من المغذيات، وهذا يعزز ويزيد من كفاءة التمثيل الضوئى فى النبات.

#### 4- خفض اللزوجة، وزيادة الانتشار، وزيادة فاعلية الماء:

بعد معالجة الماء مغناطيسياً ينخفض الشد السطحي؛ فتقل اللزوجة، وبالتالي تصبح سيولة الماء المعالج مغناطيسياً أفضل، وتزداد قدرته على الحركة والتغلغل؛ مما يزيد من فاعلية الماء.

وقد تم تسجيل التغيرات التالية فى الماء المعالج مغناطيسياً:

- 1- انخفاض فى الشد السطحي للماء بنسبة 10,477 %.
- 2- انخفاض اللزوجة بمقدار يتراوح من 30 - 40 %.
- 3- انخفاض كمية الماء المتبخر من 0,72 إلى 0,69 جم / ساعة.
- 4- حدوث زيادة طفيفة فى معامل الانكسار.

#### 5- زيادة القدرة على اختراق جدران الخلايا، وهذا قد يعود إلى:

- 1- المجاميع الصغيرة لجزيئات الماء المتكونة نتيجة لتعرضه إلى مجال مغناطيسى، تتغلغل أسرع من خلال الشعيرات الجذرية، وبالتالي امتصاص أفضل من قبل النباتات.
- 2- الطاقة الكامنة المكتسبة التى تعيد تنظيم شحنات الماء العشوائية بشكل منتظم، تعطيه طاقة وقدرة عالية على اختراق جدران الخلايا.

#### 6- التأثير على قلوية الماء (pH):

لا تؤثر المعالجة المغناطيسية على درجة قلوية الماء، ولكن تؤثر بطريقة ما؛ حيث تربط بينها وبين المركبات العضوية، فتتخفض عند تواجد مركبات عضوية، وتزيد عند غيابها.

#### 7- زيادة نسبة الأكسجين فى الماء، والقدرة على قتل الجراثيم:

- 1- الماء المعالج مغناطيسياً يكون مشبعاً بالأكسجين فوق المستوى الاعتيادى؛ حيث زاد معدل الأكسجين الذائب من 543 إلى 1062 مجم / لتر؛ مما يزيد من طاقته الحيوية، ويظهر القدرة البيولوجية على قتل الجراثيم.
- 2- زيادة نسبة الأكسجين بالماء تزيد من أيونات الهيدروكسيل، التى تكون بيكربونات الكالسيوم، والجزيئات القاعدية الأخرى.

## 8- ثبات كمية الأملاح:

المعالجة المغناطيسية تغير من التركيب الجزيئي للماء الملحي، ولا تغير من كمية الأملاح؛ فكمية الأملاح في الماء لن تقل بعد المعالجة، ولكن تتغير خواصها، وتتحول إلى أملاح مفيدة للنبات.

أى أننا إذا قمنا بقياس قيمة الأملاح المذابة TDS قبل وبعد المعالجة المغناطيسية ستكون واحدة؛ ذلك لأننا لم نفصل الأملاح.

\*\*\*

## الفصل السادس

### أبحاث تحت التطبيق لمواجهة التغير المناخي والإجهاد المائي والملحي للنباتات

#### 1 - توفير بذور مهندسة وراثيًا، تتحمل تغير المناخ؛

الزراعة في العالم العربي حساسة بشكل خاص لتغير المناخ، وتعاني البلدان العربية غالبًا من مناخات قاحلة، مع ارتفاع في درجات الحرارة، وانخفاض في مستويات المتساقطات .. إضافة إلى ذلك، فإن القدرة التكيفية غير كافية حاليًا للتعامل مع هذه التحديات.. والافتقار إلى المياه مشكلة خاصة للزراعة في العالم العربي.

ويتم استنباط إستراتيجيات تكيف في الميدان الدولي، قد تساهم في تكييف الزراعة مع تأثيرات تغير المناخ، ومعالجة مشاكل انعدام الأمن الغذائي . ومن هذه الإستراتيجيات تطوير واستعمال بذور مهندسة وراثيًا، أُعدت للتكيف مع أحوال مناخية معينة.

منذ آلاف السنين، تكيف المزارعون مع تغيرات في المناخ، من خلال عملية اختيار البذور - على سبيل المثال - يتم حفظ بذور المحاصيل التي يمكن أن تنمو بقليل من المياه، ويعاد زرعها أثناء فترات الجفاف،. لكن عملية الاختيار والاستيلاد الطبيعيين هذه هي عملية بطيئة، وربما تستغرق البذور المناسبة سنوات أو حتى عقودًا لكي تغل محاصيل كافية بالشكل المناسب. وقد ركزت التكنولوجيا الحيوية الزراعية، وخصوصًا الهندسة الوراثية، في السنوات الأخيرة على تطوير بذور ومحاصيل تتحمل الضغوط المناخية، والمقصود من استعمال تقنيات الهندسة الوراثية، تسريع عملية الاختيار الطبيعي، وهي تمكن من نقل سلالات وراثية معينة من بذرة إلى أخرى؛ بهدف تطوير بذور ذات سلالات مقاومة.

عمدت كبرى شركات البذور في العالم - بما فيها مونسانتو وسنجنتا ودوبون وباير - إلى تركيز جهودها البحثية على تطوير بذور مقاومة للجفاف؛ نظرًا إلى أن المياه من العوامل الرئيسة المحددة للزراعة. ويتم تقديم البذور التي تتحمل الضغوط المناخية كإستراتيجية تكيف مع تغير المناخ - على سبيل المثال - حيث يمكن للبذور التي تتم هندستها وراثيًا لتحتاج محاصيلها إلى مياه أقل، أن تكون مفيدة في الحفاظ على إنتاج غذائي كاف خلال فترات الجفاف. وبالنسبة

إلى البلدان العربية التي تسود فيها مناخات جافة، وتعاني زراعتها من تأثيرات تغير المناخ، فإن هذه البذور التي تتحمل الضغوط المناخية قد تثبت أنها أداة تكيف مفيدة جدًا.

كثير من الحكومات وصانعي السياسة والشركات - وحتى منظمات المجتمع المدني - باتت تروج بشكل متزايد لاستعمال التكنولوجيا الحيوية، وخصوصًا الهندسة الوراثية في الزراعة. وتعتبر تأثيرات تغير المناخ غير مسبوقه وخطيرة، إلى درجة تتطلب البحث عن تدابير تكيف جديدة وأكثر فعالية، تتعدى تقنيات الاستيلاد التقليدية. ولكن على رغم الأمل بصمود البذور التي تتحمل الضغوط المناخية وتتم هندستها وراثيًا؛ فهناك أيضًا انتقادات ضد استخدامها كإستراتيجية تكيف مع تغير المناخ.

### الانتقادات الموجهة إلى البذور المهندسة وراثيًا:

1- شركات البذور الكبرى تستغل الأزمات المناخية والغذائية لتحقيق مكاسب تجارية.. فمجموعة - وهى من منظمات المجتمع المدني المؤثرة - وصفت ترويج «البذور الجاهزة لتغير المناخ» من قبل الشركات بأنه «استغلال مناخى».

2- لم يثبت أن هذه البذور تنتج محاصيل أكثر من البذور التي تتم هندستها لا وراثيًا. فمثلاً، اعتبر «اتحاد العلماء المهتمين» أن بذور الذرة المقاومة للجفاف لم يثبت أنها تنتج محاصيل أكثر من بذور أصناف أخرى من الذرة.

3- أن شركات البذور تركز أبحاثها على المحاصيل الرائجة تجاريًا، مثل الذرة، وهى ليست - بالضرورة - المحاصيل اللازمة لإطعام العالم النامي. وفي المنطقة العربية، الأرز من المحاصيل الرئيسية، لكن إنتاجه يتطلب مقدارًا كبيرًا من المياه. وبدلاً من الأرز الذى تتم هندسته وراثيًا لى يكون قادرًا على النمو بقليل من المياه، قد يكون من المفيد أكثر التحول إلى إنتاج محاصيل أخرى، تتطلب طبيعياً مياهًا أقل.

4- البذور التي تتم هندستها وراثيًا وتتحمل الضغوط المناخية، غالبًا ما ترخص لها شركات البذور ببراءات .. وبما أن ما تقوم به من أبحاث وتطوير يحتاج إلى استثمارات كبيرة، يُنظر إلى الحقوق الممنوحة ببراءة على أنها مكافأة وحافز لتلك الشركات.

لكن الحقوق الممنوحة ببراءة تمنع غالبًا وصول السكان المتأثرين إلى البذور؛ إذ إنهم غير قادرين على تحمل دفع تكاليف الحصول عليها؛ لذلك فإن الانتقاد ليس موجّهًا في المقام الأول ضد تطوير هذه البذور بذاتها، بل إلى مسألة قدرة هذه البذور على التحمل، ووصولها إلى مزارعين «من غير الشركات».

قد يكون الانتقاد الأساسي للبذور التي تتحمل الضغوط المناخية، كإستراتيجية لتكييف الزراعة مع تغير المناخ، وتحول دون انعدام الأمن الغذائي، هو التشكيك في ما إذا كانت زيادة الإنتاج الغذائي التي تحققها كافية، وإذا كانت البذور التي تتحمل الضغوط المناخية قادرة على زيادة الإنتاج الغذائي في مواجهة تغير المناخ، فهل يكون السكان الأكثر تعرضًا لانعدام الأمن الغذائي، والذين يحتاجون بإلحاح إلى هذه البذور قادرين على الاستفادة منها؟

إن الأمن الغذائي يعتمد ليس فقط على توافر غذاء كاف، وإنما أيضًا على الوصول الكافي إلى الغذاء .. وإذا تم تطوير البذور التي تتم هندستها وراثيًا لتحمل الضغوط المناخية، فإن السكان في العالم العربي قد لا ينتفعون من أداة التكيف هذه إذا عجز المزارعون عن تحمل نفقات هذه البذور.

5- أن تأثيرات تغير المناخ تطاول المجتمع على مستويات مختلفة؛ بيئية واجتماعية وسياسية واقتصادية وثقافية وسواها، والحلول الممكنة يجب أن تأخذ جميع هذه الأبعاد في الحسبان، ويجب أيضًا أخذ الإطار القانوني في الحسبان؛ فالقانون الدولي المعنى بالتكيف مع تغير المناخ، والحقوق التي تمنح براءات، وحقوق الإنسان في الغذاء، والقوانين الإقليمية والمحلية، هي جميعًا وثيقة الصلة بالموضوع في نقاشات حول البذور الجاهزة لتغير المناخ.

كيف يمكن استعمال هذه القوانين على أفضل وجه لتحقيق نتائج التكيف الأكثر فعالية؟ الأمر ليس واضحًا دائمًا .. ولكن قد يكون تحديد التعقيدات والاعتراف بها منطلقًا جيدًا.

### الحذر من البذور المعدلة وراثياً:



حيث شهدت مصر و55 دولة حول العالم مظاهرات مناهضة لاستخدام البذور المعالجة وراثياً، وضد شركة ماونسانتو التي تحتكر نحو 70٪ من صناعة البذور في العالم، مطالبين بتوقف الاستيراد من الشركة الأمريكية، ووضع علامة مميزة على المحاصيل التي تزرع بالبذور المهندس؛ ليعطى المستهلك الحق في الاختيار.

بدأت المشكلة مع تحرير سوق البذور في الهند، والتي تسببت في غزو الشركات الأجنبية الكبيرة التي تتعامل بتكنولوجيا الهندسة الوراثية، واحتكار حق الملكية الفكرية للبذور. تقوم الشركات الأجنبية بطرح بذور معدلة وراثياً في الهند وأسواق العالم الثالث، تتميز بكونها أكثر إنتاجية، وأكثر تحملاً لحالات الجفاف وشح الأمطار، ولكن هذه البذور تحمل معها أسباب فنائها أيضاً؛ حيث توجد فيها جينات تتسبب بتعطيل عمل البذور بعد سنة واحدة فقط؛ وهذا يعنى عدم إمكانية تخزين البذور للموسم القادم؛ حيث تنتهى فعاليتها، ويضطر المزارعون لشراء بذور أخرى سنوياً، وبأسعار تحددها الشركات، بينما تندثر تدريجياً المشاريع الزراعية الصغيرة والعائلية المعتمدة على البذور الطبيعية.. هذا الدمار المنظم للقطاع الزراعى من قبل هذه البذور فى أسواق الدول النامية - والتي أطلق عليها البذور الشيطانية من قبل عالمنا الكبير الدكتور أحمد مستجير - يعتبر منهجياً وقانونياً أيضاً؛ بوجود تشريعات محلية تدعم الشركات المستثمرة، وتمنحها حق الملكية الفكرية لكل أنواع البذور المهجنة والجديدة، هذا بالإضافة إلى سياسات الدعم الهائلة المقدمة فى أوروبا والولايات المتحدة لقطاع الزراعة؛ لإغراق الأسواق النامية التي لا تستطيع المنافسة، لا من ناحية التكنولوجيا، ولا الأسعار، ولا الجودة.

تحاول الشركات الكبرى - ومعها بعض الدول الغربية - الترويج لأسطورة استخدام الأغذية والمحاصيل المعدلة وراثيًا للقضاء على الجوع في العالم؛ بحجة أن هذه المحاصيل قادرة على مقاومة الجفاف والآفات والملوحة، ووجود بها كميات عالية من الفيتامينات، ولكن الحقيقة هي أن هذه الشركات تريد غزو الأسواق الهائلة والأفواه الجائعة في الدول النامية بالبذور، التي تملك حق ملكيتها الفكرية؛ لتدمير أسس الزراعة المحلية، وجعل هذه الشركات تحتكر سوق الغذاء العالمي.

الابتزاز يظهر بأوضح الأشكال في إفريقيا؛ حيث يتم الاشتراط على الدول الإفريقية التي تعاني من المجاعة ونقص الغذاء، الحصول على مساعدات غذائية، تمثل محاصيل معدلة وراثيًا؛ من أجل تجربة هذه المحاصيل عبر أجيال مختلفة على الأفارقة قبل أن يتم طرحها في الأسواق الأمريكية والأوروبية.

### ما هي الأغذية المعدلة وراثيًا؟

هي الأطعمة المشتقة من الكائنات المعدلة وراثيًا، وقد أدخلت بعض التغييرات إلى الحمض النووي للكائنات المعدلة وراثيًا، عن طريق الهندسة الوراثية، على عكس الكائنات الغذائية المماثلة التي تم تعديلها من أسلافها البرية، من خلال التربية الانتقائية (تربية النبات، وتربية الحيوان أو تربية الطفرات).

طرح الأغذية المعدلة وراثيًا لأول مرة في السوق في وقت مبكر 1990، وعادة ما تكون الأغذية المعدلة وراثيًا منتجات نباتية معدلة وراثيًا: فول الصويا والذرة والكانولا، وزيت بذور القطن.

### أضرار هذه البذور:

إذا تمت زراعة أي صنف من البذور المهجنة وراثيًا في مكان ما، فإن أضرار تلك البذور أو خواصها ستنتقل إلى مسافة واسعة من الحقول المجاورة، وبالتالي ستقضى على النباتات صافية السلالة، فمقاومة الأنواع المعدلة وراثيًا ضد آفات، يجعل من النباتات غير المعدلة عرضة لمخاطر مضاعفة من أمراض وحشرات، ما يحول هذه البذور لتهديد لكل مزارع في العالم، الذي سيكون مضطرًا لشراء البذور من شركات تهجين البذور، وبالتالي ستتحكم بمصير الغذاء العالمي.

وفي تجربة أجريت على الفئران، تم إطعامها بعض البطاطا المهجنة وراثيًا، لاحظ العلماء تغييرًا في بنية الحامض النووي الخاص بتلك الفئران، وأصبحت الأجيال التالية ضعيفة جدًا ومريضة جدًا، إلا أن شركة "منسانتو"، تشكك بنتائج الأبحاث المشيرة إلى الآثار السلبية اللاحقة والمتوارثة لاستهلاك الأطعمة الناتجة من النباتات المعدلة وراثيًا.

## 2- اكتشاف صنف قمح قادر على تحمل الملوحة العالية ودرجات الحرارة المنخفضة:

يقول البروفيسور جينس ليون إن فريقه في جامعة بون توصل - حتى الآن - إلى نتيجة مثيرة للاهتمام، بل ومذهلة .. ويضيف موضحًا: "اكتشفنا صنفًا وحيّدًا (من نباتات القمح) قادرًا على مقاومة المحتوى العالى للأملح، وأيضًا يتحمل موجات الصقيع الشديدة دون درجة الصفر .. وهذه نتيجة مهمة في الظروف الحقيقية لبلدان وسط آسيا التي تتعاون جامعاتها أيضًا مع جامعة بون".

لكن البحث العلمى للحصول على نباتات مقاومة للملوحة والجفاف لم ينته بعد بهذا الاكتشاف - كما يقول زميله البروفيسور أغيم بالفورا، ويشدد على ذلك قائلاً: "ليس هناك نبات مثالي، تمامًا، مثل البشر ليس فيهم إنسان مثالي"؛ إذ يتطلب كل نوع من أنواع التربة، وكل شكل من أشكال المناخ والطقس، مواصفات نباتية وراثية جينية معينة؛ ولذلك ليس من المجدى تمامًا السعى لاستنبات أصناف غذائية للبشر قادرة على النمو بكميات وفيرة لكل أنواع التربة وأشكال المناخ الموجودة على الأرض، إلا بتوفر أعداد هائلة من الصفات الوراثية الجينية، التي بإمكان الباحثين من خلالها استخلاص نباتات غذائية قادرة على التكيف مع ملوحة التربة وجفاف المناخ في أنواع التربة، وأشكال الطقس المختلفة.

## 3- تعديل النباتات، بحيث يمكن جعلها أكثر مقاومة للجفاف برشها بمبيد زراعى:

- عند فحص النبات من قبل الباحثين السوريين، تبين أن أداة مقاومته للجفاف هي حمض الأبسيسك ABA، وهو هرمون الإجهاد الذى يثبط نمو النبات، ويقلل من استهلاك المياه .. ولكنه لا يفعل ذلك وحيدًا؛ فهو بحاجة ليتراكم مع مستقبلات (بروتينات خاصة) متطابقة معه شكليًا؛ حيث عند حدوث التراكم (ABA - مستقبلات) يستجيب النبات بإغلاق مسام أوراقه؛ فيقلل بذلك خسارة الماء بعملية النتح؛ مما يضمن استمرارته لفترة أطول؛ لذا اتجه الباحثون إلى اللجوء إلى مستقبلات ABA معدلة وراثيًا، يمكنها أن تحفز بمادة كيميائية زراعية معروفة ومستخدمة حاليًا في المجال الزراعى.



- لذا يلجأ المزارعون إلى رش المحاصيل بمحضر الأبسيسك؛ كحل يؤمن بقاء النبات حيًا في ظروف الجفاف، إلا أن تصنيع هذا الهرمون مكلف، ويفقد مفعوله سريعًا داخل الخلايا؛ نظرًا لحساسيته للضوء؛ لذا فهو لا يستخدم مباشرة في الزراعة، وتقوم الأبحاث بمحاولة استنباط منتج يحاكيه .. وقد وفق الباحثون بإيجاد مادة كيميائية زراعية، وهي الماندى بروباميد Mandipropamid، وهو مبيد فطري كيميائي، يستخدم لمكافحة اللفحة المتأخرة على الفاكهة والخضراوات، ولكن كان عليهم إعادة هندسة النباتات لتستجيب للماندى بروباميد كما لو كان حمض الأبسيسك.

جرى أيضا اختبار عدة أنواع من مستقبلات PYR1، التي تمتلك حساسية من رتبة النانو مول للماندى بروباميد؛ حيث أظهرت فاعليتها في السيطرة على استجابات حمض الأبسيسك. يوضح هذا الاكتشاف قوة المنهج البيولوجي الاصطناعي (البيولوجيا التخليقية) في معالجة المحاصيل، ويفتح المجال لتحسينها، والطريقة المستخدمة هي بعد تعديل النبات وراثيًا، يتم رشه بمبيد كيميائي.

PYR1\* هو 1 Pyrabactin Resistance مقاوم البيرابكتين: البيرابكتين سلفوناميد صناعي، يحاكي الأبسيسك، وهو بعكسه، لا يتأثر بالضوء، وإنتاجه رخيص نسبيًا. - البيولوجيا التخليقية: هو علم يتعلق - في نواح كثيرة - بالهندسة الوراثية، ويعرف بأنه تصميم وبناء الأجهزة والنظم البيولوجية لأغراض مفيدة).

#### 4- أبحاث المحاصيل:

تأسست المجموعة الاستشارية حول الأبحاث الزراعية الدولية في عام 1971، كمنظمة علمية تدعم 15 مركزًا دوليًا، تعمل مع مئات الحكومات ومنظمات المجتمع الأهلي، ومؤسسات أعمال خاصة حول العالم. ومن الجهات المانحة لهذه المجموعة - ومن بينها الولايات المتحدة - بلدان نامية متطورة، ومنظمات إقليمية ودولية، ومؤسسات من القطاع الخاص.

وتتناول أبحاث هذه المجموعة الإنتاجية الزراعية، وطائفة من المبادرات المتعلقة بالمياه، والتنوع البيولوجي والغابات، ومصائد الأسماك، والحفاظ على الأراضي. كما يقوم العلماء في المجموعة الاستشارية بأدوار مهمة في جمع وتصنيف المصادر الوراثية للنباتات والحفاظ عليها. ويحتفظ 11 مركزًا تابعًا لهذه المجموعة بأكثر من 650 ألف عينة من المحاصيل والعلف

والأشجار، وعينات هجينة من شجيرات الغابات والمحاصيل الزراعية أو الماشية .. وهذه العينات هي ملك مشاع.

ومن النتائج التي توصلت إليها الأبحاث ما يلي:

\* أصبح أكثر من 50 صنفًا جديدًا من الذرة الصفراء المقاومة للجفاف - طورها المركز الدولي لتحسين القمح والذرة الصفراء - يزرع وينمو على أكثر من مليون هكتار في إفريقيا، وزادت غلالها عن الأصناف القديمة بنسبة 20 % في المتوسط.

\* أغلب أصناف الأرز تظل تنمو في أراض مغمورة بالمياه لفترة 3 أيام على الأكثر، لكن المعهد الدولي لأبحاث الأرز، وبالتعاون مع جامعة كاليفورنيا - ديفيس، حدد جينة تتيح للأرز أن يواصل نموه في أراض مغمورة بالمياه لفترة أسبوعين وأكثر .. وقد تم تطوير هذه الخصائص في أصناف أرز تزرع في عدد من البلدان الآسيوية.

\* تجمع أصناف جديدة من الأرز لإفريقيا التي طورها المركز الأفريقي للأرز، ما بين الإنتاجية العالية للأرز الآسيوي، وتكيف أصناف الأرز الأفريقي مع الجفاف في القارة، ومع الأعشاب والحشرات الضارة. وقد تم اختبار أصناف الأرز الإفريقي الجديد في 31 بلدًا، وسمح بزراعة 16 صنفًا في 15 بلدًا على مساحة 200 ألف هكتار.

\* المحاصيل المعززة بيولوجيًا التي تنمي لتكون غنية بالمغذيات؛ لتساعد في الحد من سوء التغذية، بما في ذلك النقص في فيتامين "أ"، الذي يجعل الناس عرضة للعمى والمرض. وقد طور مركز البطاطا الدولي أصنافًا محسنة للبطاطا الحلوة، التي تحتوى على كميات عالية من مادة البيتا كاروتين، وهي مادة يتشكل منها فيتامين "أ"، والتي يفيد منها أكثر من 6 ملايين شخص في شرق إفريقيا وجنوبها.

## 5- اكتشاف مصري عظيم (زراعة القمح والأرز والذرة بالماء المالح):

معنى ذلك - بالأرقام - أن نزرع كل شبر فوق أرض مصر، سواء في الصحراء الغربية، التي تعوم فوق خزانات عملاقة للمياه الجوفية .. وأيضًا المناطق القريبة من البحيرات المالحة، أو الأراضي القريبة من مياه البحر نفسها، على امتداد الشواطئ المصرية!

ومعنى ذلك أيضًا أن توفر حوالى 4 ملايين فدان من أجود أراضى مصر، تزرع الآن بالأرز والقمح والذرة، ونقل زراعة هذه الأصناف إلى أراض مالحة .. وتخصيص الأراضى الخصبة لزراعات أكثر ربحية.

ومعنى ذلك - كذلك - أن توفر 9 مليارات متر مكعب من مياه النيل العذبة لزراعة محاصيل أخرى.

وقبل كل هذا وذاك، توفير محصول وفير من القمح، الذى يصنع لقمة العيش لكل فم مصرى، وكذلك الأرز والذرة.

\* هذا الحلم تحقق الآن داخل مركز بحثى علمى زراعى، اسمه مركز بحوث بيوتكنولوجيا النبات، داخل كلية زراعة القاهرة.

والحكاية بدأت بتمويل من وزارة الزراعة والمجموعة الأوروبية.

بالتحديد عام 1989 لتحقيق هذا الحلم القومى، ومنذ اليوم الأول للمهمة، كان التحدى أمام علماء مصر بقيادة د. أحمد مستجير، أستاذ الوراثة بزراعة القاهرة.

وكانت الفكرة التى اعتمد عليها العلماء المصريون، هى إحداث نوع من التهجين بين خلايا نبات الغاب، الذى ينمو فى مياه مالحة، وبين خلايا نبات الأرز والقمح والذرة، وكانت الدراسات الفنية، بفصل البروتوبلازم من كل من الأرز والقمح والذرة والغاب، وإحداث اندماج خلوى بينهم، باستخدام أسلوب الاندماج الكهربائى؛ ولذلك تم الحصول على نباتات مهجنة بين كل من الأرز والغاب، والقمح والغاب، وكذلك الذرة والغاب، وتم اختيار وانتخاب العديد من السلالات من كل من الأرز المهجن (12 سلالة)، ومن القمح المهجن (8 سلالات)، والذرة المهجنة (4 سلالات) .. وتم اختبار هذه السلالات تحت الظروف المعاكسة، خاصة الملوحة المرتفعة، والجفاف، والحرارة المرتفعة .. ثم قام العلماء بزراعة هذه السلالات لعدة أجيال فى الأراضى الزراعية المصرية، تحت ظروف الملوحة المرتفعة، أو ظروف الجفاف، فى المناطق غير المطروحة فى محافظات مصر المختلفة.

كل ذلك تم خلال سنوات طويلة وجهد هائل من العمل الشاق داخل المعامل، وفوق أرض مصر، استمر 15 عامًا، ثم بدأت مرحلة أخرى من الدراسات التفصيلية - كما يشرح د. أحمد مستجير أستاذ الوراثة - لقد تم عمل التحليلات الوراثة لهذه السلالات الجديدة باستخدام AFLP؛ حيث تم عمل دراسات تشريحية على السلالات المسجلة لكل من الأرز والقمح .. ثم

عمل تحليل كيميائي للبذور الناتجة، سواء أكانت حبوب أرز أو قمح أو ذرة .. وأخيرًا عمل دراسات حقلية؛ حيث تم زراعة عشرات الأفدنة من كل سلالة؛ لاختبارها تحت ظروف الملوحة العالية. وأثبتت النتائج أن سلالات الأرز المتحملة للملوحة المرتفعة والجفاف، تتحمل أيضًا الحرارة العالية جدًا (60 درجة مئوية).

### ملامح الأمل:

ومن داخل المركز يتحدث الدكتور أسامة الشيشي، أستاذ البيوتكنولوجيا بزراعة القاهرة، ومدير المركز؛ حيث يشرح ملامح الأمل الذي ينتظره الآن كل مصري بقوله: إن من أبرز النتائج المتحصل عليها - حتى الآن - هو الحصول على سلالات عديدة من الأرز، تتحمل نسبة مرتفعة من الملوحة (320000 جزء في المليون = ملوحة ماء البحر)، والتي أثبتت التجارب إمكانية زراعتها في الأراضي ذات المستويات العالية من الملوحة، أو زراعتها في أراض تروى بماء الصرف.

بالإضافة إلى نجاحها في النمو، حتى طور النضج وإنتاج الحبوب تحت المستويات المرتفعة من الملوحة - فإنها تتميز بإنتاجية مرتفعة، والحبوب ذات قيمة اقتصادية عالية، ولم تتأثر بالبيئة المالحة المحيطة بها، وتتميز الحبوب الناتجة بارتفاع نسبة البروتين بها، وكذلك بعض الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة، والعناصر الغذائية، علمًا بأن إنتاجية سلالات الأرز الجديدة، تتراوح من 3,2 - 4,2 طن / فدان، في حين أن سلالات القمح أنتجت 15,5 إردبًا / فدان، بينما تنتج السلالات العادية حوالى 18 إردبًا / فدان، ولكن تفوقت السلالات الجديدة في قيمتها الغذائية.

### سلالات تحقق الآمال:

أمكن الحصول على سلالات من القمح تتحمل الملوحة العالية (ملوحة البحر 32000 جزء في المليون)، وتم زراعتها في مساحات كبيرة من الأراضي ذات الملوحة المرتفعة؛ حيث أعطت محصولًا مرتفعًا من الحبوب من الناحية الكمية والكيفية، وذا قيمة غذائية عالية، وكذلك ذات أحماض أمينية وعناصر معدنية مرتفعة، وقد تم إجراء التحليل الوراثي باستخدام AFLP .. كذلك أمكن الحصول على سلالات من الأرز والقمح المحتملة للجفاف، وتم زراعة هذه السلالات تحت ظروف الجفاف، واستخدام مقننات منخفضة من ماء الري؛ مما يؤدي إلى توفير استهلاك الماء، وقد أمكن زراعة هذه السلالات من الأرز تحت ظروف الجفاف؛ حيث يمكن

توفير حوالى 65% من معدلات الماء المستخدمة فى التربة العادية، أى يمكن الرى بـ 2500م مكعب ماء / للفدان، مع إعطاء الإنتاجية الجيدة نفسها من محصول الحبوب.

(فدان الأرز يحتاج إلى حوالى 7500 م<sup>3</sup> ماء / للفدان)، وحيث إنه يتم زراعة حوالى مليون فدان سنوياً من الأرز، فهذا يعنى توفير حوالى 5 مليارات متر مكعب من الماء فى موسم زراعة الأرز فقط، وفدان القمح من هذه السلالة الجديدة يحتاج إلى 1500 م<sup>3</sup> / الفدان، فى حين أن القمح العادى يحتاج حوالى 3000 م<sup>3</sup> ماء / الفدان .. وحيث إنه يتم زراعة حوالى 3 ملايين فدان سنوياً، فهذا يحقق توفير نحو 4 ملايين م<sup>3</sup> ماء.

بالإضافة إلى توفير هذه السلالات لاستهلاك الماء، فإنه يمكن زراعتها تحت المستويات المرتفعة للملوحة، وتعطى محصولاً ذا صفات جيدة كمّاً ونوعاً.

\* كما أمكن الحصول على سلالات من الذرة الشامية العملاقة، تتحمل الملوحة المرتفعة، وتعطى محصولاً يزيد عن ضعف المحصول العادى، والأهم أنه يعطى محصول مادة خضراء، تزيد عن أربعة أضعاف محصول البرسيم العادى، بما يعادل إنتاجية 4 فدادين من المادة الخضراء من البرسيم، بالإضافة لارتفاع قيمة المادة الخضراء والحبوب غذائياً .. ويرجع السبب فى ذلك إلى أن كفاءة نبات الغاب فى التمثيل الضوئى عالية جداً؛ مما يزيد من إنتاج المادة الخضراء المعروفة بالكلوروفيل. والأمر الآخر وليس الأخير، هو أن هذه السلالات الجديدة قد ورثت عن الغاب قدرته على تحمل الأمراض والفيروسات والحشرات.

ومن هذا نستنتج ما يلى:

- 1- زراعة سلالات الأرز المحتملة للجفاف يوفر لمصر حوالى 5 مليارات متر مكعب من الماء سنوياً (الفدان يوفر حوالى 5000 م مكعب / ماء)، ويتم زراعة مليون فدان أرز سنوياً.
- 2- زراعة سلالات القمح المحتملة للجفاف بمصر يوفر حوالى 4 ميارات متر مكعب من الماء، أى أن إجمالى ما يتم توفيره من الماء من الأرز والقمح فقط يصل لحوالى 9 مليارات متر مكعب، وإذا علمنا أن متوسط سعر المتر المكعب من ماء الرى فى مصر حوالى 15 - 20 قرشاً، فهذا يعنى توفير حوالى 1 - 1.5 مليار جنيه مصرى سنوياً.
- 3- الأهم من ذلك أنه بالنسبة لسلالات الأرز المقاومة للملوحة، فإنه يمكن زراعته فى الأراضى التى تعاني من الملوحة الزائدة، أو المناطق التى تعاني من ملوحة ماء الرى .. أما الأراضى

المستخدمة لزراعة الأرز حاليًا، والتي تصل لحوالى مليون فدان فى جمهورية مصر العربية، يمكن استغلالها تدريجيًا فى زراعة محاصيل أخرى.

4- أما بالنسبة للقمح - وهو من المشاكل التى نعانى منها فى مصر؛ من نقص الإنتاج بالنسبة للاستهلاك، وبالتالى الاستيراد من الخارج بكميات كبيرة - فإنه بزراعة الأراضى الحالية بالقمح، بالإضافة إلى التوسع فى زراعة السلالات المقاومة للملوحة فى الأراضى الجديدة التى تعانى من الملوحة العالية، أو ملوحة ماء الرى، أو ندرة الماء - فإنه يمكن سد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك، وبالتالى الاكتفاء الذاتى من محصول القمح.

5- إمكانية زراعة الأراضى القاحلة غير المزروعة أساسًا فى زراعة هذه السلالات، وبالتالى توسيع الرقعة الزراعية.

6- إمكانية زراعة أصناف الذرة العملاقة المقاومة للملوحة فى الأراضى غير المستخدمة، واستخدامها كمراع شاسعة لزيادة الإنتاج الحيوانى، كنتيجة للتوسع فى زراعة الأراضى القاحلة (المالحة والجافة)، أو التى تعانى من ملوحة ماء الرى أو ماء الآبار، ونظرًا لارتفاع القيمة الغذائية للمحاصيل الناتجة، فإنه يمكن الاكتفاء الذاتى من العديد من المحاصيل والخضر والفاكهة، وإمكانية تصديرها للخارج.

7- تتميز السلالات الجديدة بقدرتها العالية على التغلب على الأمراض والحشرات؛ مما يوفر المال اللازم للأدوية والمبيدات.

## 6- اكتشاف جينات فى إحدى النباتات العشبية (Potentilla) تمنح النبات الخصائص التى تجعله قادرًا على مقاومة الجفاف؛

تنمو فى جبال الهيمالايا نباتات تتمتع بقدرة كبيرة على تحمل البرودة الشديدة والجفاف. فهل من الممكن إكساب النباتات الصالحة للاستخدام - كغذاء أو كعلف مثلاً - تلك الخصائص التى تتمتع بها نباتات الهيمالايا؟

إن ذلك سيكون مفيدًا؛ لحمايتها من تبعات التغير المناخى؛ لذلك يحاول العلماء الألمان والهنود - عبر تجربة مشتركة فريدة من نوعها - تحقيق هذا الهدف. فى جبال الهيمالايا الهندية، وعلى ارتفاع يبلغ أكثر من 4000 قدم، تطل القمم الجبلية المغطاة بالثلوج؛ حيث يقل الأكسجين، وتسود البرودة الشديدة والجفاف على مدى أشهر عديدة، والجفاف على مدى أشهر

عديدة في العام في تلك الصحارى الجليدية النائية. إلا أننا نجد - بالرغم من ذلك - مجموعة متنوعة من النباتات تنمو في تلك المناطق. وهنا يُطرح السؤال حول كيفية تحمل هذه النباتات لظروف مناخية قاسية؟ وهل من الممكن مستقبلاً جعل المحاصيل الزراعية تتمتع بهذه الخاصية الفريدة في مواجهة درجات الحرارة أو البرودة العالية أو الجفاف الشديد؟ وهذه هي بالتحديد الأسئلة التي يعمل علماء النبات في مركز يوليش Jülich للأبحاث على الإجابة عنها، بالتعاون مع المعهد الهندي لتكنولوجيا الموارد الحيوية في الهيمالايا (IHBT)). وقد عثر الباحثون الهنود على جينات في إحدى النباتات العشبية (*Potentilla*))، واكتشفوا أن هذه الجينات هي التي تمنح النبات الخصائص التي تجعله قادراً على مقاومة الجفاف. وبعد أن تم نقل تلك الجينات إلى نبات *Arabidopsis thaliana* الذي ينمو داخل المختبر، يعكف الباحثون على تحليل عملية نمو النبات المعدل وراثياً. وكما يقول سانجاي كومار من معهد (IHBT)، فإن ذلك قد يستغرق وقتاً طويلاً. ويضيف كومار - الذي اكتشف تلك الجينات المقاومة للجفاف: "قمنا حتى الآن بحصاد النبات على فترات منتظمة، وقسنا درجة النمو، لكن نظراً للتكنولوجيا المتطورة التي تتوفر لديهم، فبإمكان الباحثين في مركز يوليش، إجراء أبحاث أكثر دقة على النباتات دون تدميرها، بحيث يتم تسريع البحوث برمتها". وسيقوم الباحثون في معهد Jülich بتعديل بعض المحاصيل الزراعية الأخرى وراثياً في مختبراتهم، المزودة بتكنولوجيا عالية. ويشارك في المشروع أيضاً شركتان ناشطتان في مجال التصنيع التجاري من الجانبين الهندي والألماني. هذا ويسعى الشريكان التجاريان إلى تطبيق النتائج العلمية في وقت لاحق على محصولي القطن والكانولا Raps، حيث يتم إدخال تعديلات وراثية عليها؛ لإكسابهما خصائص تجعلها أكثر تحملاً للجفاف، وبالتالي يتحقق هدف استهلاك كميات أقل من المياه. وكما تقول عالمة الأحياء أنيكا فيزه - التي تتولى رئاسة المشروع من الجانب الألماني - فإن "الجفاف حالياً يتسبب في انخفاض حجم المحاصيل الزراعية بشكل كبير، وسيزداد الوضع سوءاً في المستقبل؛ نظراً للتبعات المرتبطة بالتغير المناخي .. هدفنا هو جعل النباتات أكثر صلابة في مواجهة الجفاف". وسيستغرق الأمر سنوات عديدة حتى يصبح هذا الجيل الجديد من المحاصيل المعدل وراثياً قابلاً للتسويق التجاري.

### نبات الكينوا:

وقد اهتم كثير من علماء الزراعة بإدخال هذا المحصول في التراكيب المحصولية لدولهم؛ بسبب ارتفاع قيمته الغذائية وفوائده العديدة، نوجز أهمها فيما يلي:

1- تحتوى حبوب هذا المحصول على نسبة عالية من البروتين، تتراوح من 16 - 18%، في حين لا تزيد في حبوب القمح عن 13%.

2- يتواجد الحامض الأميني الليسين في بروتين حبوب الكينوا بنسبة تعادل ضعف المتواجد منه في بروتين القمح.

3- احتواء حبوب الكينوا على نسبة عالية من كافة المعادن والفيتامينات الضرورية للغذاء، تفوق المتواجدة في باقي الحبوب، مثل الكالسيوم والمغنسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والحديد والفيتامين E وB، والجدول التالي يوضح الفرق بين محتوى حبوب الكينوا والحبوب الأخرى:

محتوى الكينوا ومواد غذائية مختارة أخرى من المغذيات (لكل 100 غرام من الوزن الجاف)				
الكينوا	الذرة	الأرز	القمح	
399	408	372	392	الطاقة (Kcal/g)
16.5	10.2	7.6	14.3	البروتين (g/100g)
6.3	4.7	2.2	2.3	الدهون (g/100g)
69.0	81.1	80.4	78.4	كربوهيدرات كلية (g/100g)
13.2	2.1	0.7	3.8	الحديد (mg/100g)
4.4	2.9	0.6	4.7	الزنك (mg/100g)

المصدر: Koziol, 1992

ونظرًا للقيمة الغذائية العالية لهذه الحبوب، استخدمته وكالة الفضاء ناسا كغذاء متوازن وكامل لرواد سفن الفضاء.

4- تستخدم أوراق هذا النبات - التي تشبه نبات السبانخ - كغذاء أخضر للإنسان، أو مطهية، وكمحصول علف أخضر؛ إذ تتميز أوراقه بتواجد الأكسالات والنترات بكميات قليلة.

5- يستخرج من حبوب الكينوا الزيت للغذاء الآدمي، وتتراوح نسبته من 5.8 - 9%.

6- نظرًا لقيمة الحبوب الغذائية، يمكن استخدام دقيقه مخلوطًا بالقمح أو الذرة؛ لإنتاج الخبز بنسبة تصل إلى 60%؛ إذ يعمل على تحسين مذاقه، ورفع قيمته الغذائية.

7- هذا النبات لا تقترب منه الآفات أو الحيوانات؛ نظرًا لاحتوائه على مادة الصابونين، التي تسبب حساسية للجلد والجهاز الهضمي.



8- تستخدم مادة الصابونين - التى تفصل من الحبوب - فى العديد من الصناعات، مثل صناعة الدواء.

9- قد تخلص الحبوب وتؤكل كالفشار.

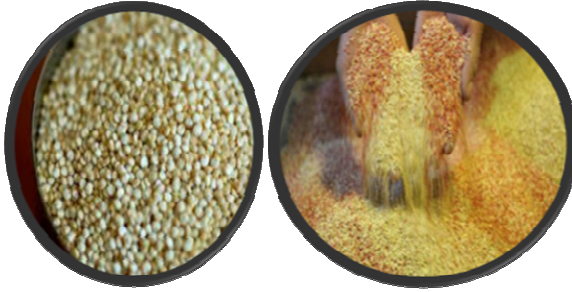
10- التوسع فى زراعة هذا المحصول يمكننا من:

- الاكتفاء الذاتى من الحبوب بشكل عام (القمح - الشعير - الذرة - الأرز).

- زراعة الأراضى الهامشية التى ترتفع بها الملوحة لدرجة لا تناسب زراعتها بأى من المحاصيل التقليدية.

- زراعة الأراضى التى لا تصل إليها مياه الرى، والمتواجدة فى نهايات الترعى؛ نظرًا لقلّة استهلاكه المائى.

- تقليل الضغط على المياه العذبة؛ حيث يروى بمياه مالحة، وبذلك يعمل على التوفيق بين الأمن الغذائى والأمن المائى.



(صورة لحبوب الكينوا)

### الوصف النباتى والزراعة:

الكينوا ليس من أنواع الحبوب، ويوصف أحيانًا بأنه من أشباه الحبوب؛ بسبب مظهره الذى يشبه الحبوب، وأحيانًا أخرى يوصف بأنه من أشباه البذور الزيتية؛ بسبب ارتفاع محتواه من الدهون.

1- نبات الكينوا نبات حولي، يصل طوله 1 - 1.5 متر، ويعيش في الأرض من 90 - 120 يومًا.

2- أوراقه تشبه أوراق السبانخ، ويحمل في قمم الأفرع قناديل الحبوب، تشبه قناديل الذرة الرفيعة، والحبوب والأوراق ذات ألوان مختلفة (كالأخضر والأحمر والأزرق والبنفسجي والأسود والأبيض)، ويختلف لون الحبوب؛ لارتباط اللون - ارتباطًا وثيقًا - بمادة الصابونين التي تصل من 2 - 6 ٪، والحبوب صغيرة، قطرها 3 مم.

3- يزرع المحصول بكثافة نباتية، قدرها 100 - 120 ألف نبات / فدان؛ حيث يصل معدل التقاوى من

3 - 5 كجم / فدان، ويمكن تقليل كمية التقاوى المستخدمة إلى 500 - 800 جم / فدان عند استخدام الشتلات.

4- يتراوح محصول الفدان من 2 - 2.5 طن من الحبوب الناضجة في الظروف المناسبة، وحوالي

1 - 1.5 طن تحت ظروف الأراضي الحدية، بخلاف الأوراق التي قد تستخدم في غذاء الإنسان والحيوان.

5- يحتاج المحصول في الأراضي المروية إلى 33 ٪ من كميات مياه الري اللازمة لمحصول القمح، أي حوالي 1000 م<sup>3</sup> / فدان.

6- ينمو في ظروف متباينة من درجات الحرارة، تتراوح من -4 إلى 35 درجة مئوية؛ لذا نجده ينمو في المناطق الباردة والجافة والقاحلة؛ لتكيفه مع الظروف الزراعية والبيئية المختلفة.

### أنصاف الكينوا الموجودة؛

هناك أكثر من ثلاثة آلاف صنف من الكينوا المزروعة والبرية، يمكن تصنيفها في خمس فئات أساسية؛ وفقًا لتكيفها مع الظروف الإيكولوجية الزراعية في مناطق الإنتاج الرئيسية.

### الكينوا من الوديان:

هناك نوعان فرعيان من الوديان الجافة (مثل جونين، بيرو)، ومن الوديان الرطبة على ارتفاع 2 300 متر و3 500 متر فوق مستوى سطح البحر؛ حيث يتراوح معدل هطول الأمطار السنوى من 700 إلى 1 500 ملم، ويبلغ متوسط الحد الأدنى لدرجة الحرارة 3 درجات مئوية.

### الكينوا من المرتفعات:

على ارتفاع يقرب من 3 000 متر؛ حيث يتراوح معدل هطول الأمطار من 400 إلى 800 ملم فى السنة، ويبلغ متوسط الحد الأدنى لدرجة الحرارة صفر درجة مئوية.

### الكينوا من المسطحات الملحية:

على ارتفاع يقرب من 3 000 متر؛ حيث يتراوح معدل هطول الأمطار من 250 إلى 400 ملم فى السنة، ويبلغ متوسط الحد الأدنى لدرجة الحرارة 1- درجة مئوية.

### الكينوا من مستوى سطح البحر:

من سطح البحر إلى ارتفاع 500 متر؛ حيث يتراوح معدل هطول الأمطار من 800 إلى 500 1 ملم فى السنة، ويبلغ متوسط الحد الأدنى لدرجة الحرارة 5 درجات مئوية.

### الكينوا من المناطق شبه الاستوائية:

على ارتفاع 1 500 - 2 300 متر؛ حيث يتراوح معدل هطول الأمطار من 1 000 إلى 000 2 ملم فى السنة، ويبلغ متوسط الحد الأدنى لدرجة الحرارة 7 درجات مئوية.

ويمكن تقسيم أصناف الكينوا المزروعة حاليًا حسب الأصناف التى اختيرت أو خضعت لعمليات تحسين وراثى فى محطات تجريبية إلى:

1- الكينوا الحلو، الذى يكون محتوى الصابونين فيه منخفضًا.

2- الكينوا المر، الذى يكون محتوى الصابونين فيه مرتفعًا.

وقد صنّف المعهد الوطنى البوليفى للابتكار فى مجال الزراعة الكينوا من بين البذور الـ 21 الأكثر مقاومة لتغير المناخ، إلى جانب الفاصوليا والذرة والأمارانث والبصل، وغيرها.

الدول المصدرة للكينوا هى: بوليفيا - بيرو - الإكوادور.

سعر الطن الواحد من الكينوا يتراوح ما بين 3000 إلى 3500 دولار للطن، وتتجه الأسعار نحو التزايد.

### الاستخدامات الأخرى للكينوا:

#### أعلاف للحيوانات:

يمكن أن تستخدم النبتة كلها كعلف أخضر، وتستخدم مخلفات الحصاد لإطعام الماشية والأغنام والخنازير والخيول والدواجن.

#### الاستخدامات الطبية:

1- تستخدم أوراق الكينوا وسيقانها وحبوبها في التئام الجروح، وتخفيف التورم، وتهذئة الألم (الأسنان)، وتطهير المسالك البولية. كما أنها تستخدم في تجبير العظام، ومعالجة النزف الداخلي، وكما مادة طاردة للحشرات.

2- الكينوا مصدر جيد للألياف غير القابلة للذوبان، وتناولها يعزز عملية التخلص من الفضلات، ويساعد على الحفاظ على صحة القولون، ومنع تكوين حصوات في المرارة.

3- احتواء الكينوا على حمض الفوليك وفيتامين (ب)، يعززان قدرة الكبد على إزالة السموم من الجسم، كما ينصح الأشخاص الذين هم في خطر كبير للإصابة بالسرطان، والمصابون بارتفاع ضغط الدم، أو أمراض القلب، بتناول حبوب الكينوا.

4- يخفض من نسبة السكر ومستوى الكوليسترول بالدم.

5- غالبية دهون الكينوا من الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية والمتعددة، التي تعدّ نافعة للجسم عند تضمينها في الغذاء؛ لأنها أساسية في تكوين بنية الجهاز العصبي والجهاز البصري للإنسان. ويخفّض استهلاكهما في الوقت ذاته مستوى الكوليسترول الكلي في الدم، بالإضافة إلى الفوائد العديدة التي يحققها الإنسان من استهلاكه أحماض أوميغا الدهنية. أما قيم الأحماض الدهنية الموجودة في حبة الكينوا الخام، فهي 8.1% و52.3% و23% من أوميغا 3 وأوميغا 6 وأوميغا 9 على التوالي.

6- الكينوا مادة غذائية غنية بالألياف، وتتفاوت كميتها فيها حسب نوع الحبة؛ حيث تتراوح بين 2.49 و5.31 جم / 100 من المادة الجافة. وقد ثبت أن تناول الألياف في الوجبة

الغذائية يخفض مستويات الكوليستيرول الكلى والضغط الشرياني، وأنها تعمل أيضًا كمضاد للأكسدة.

7- تحتوى الكينوا - فى الواقع - على جميع الأملاح المعدنية بكميات أكبر مما تحتويه الحبوب؛ فهي تحتوى على الفسفور والكالسيوم والحديد والبوتاسيوم والمغنيسيوم والمنجنيز والزنك والليثيوم والنحاس، ويساوى محتواها من الحديد ضعف ما يحتويه القمح، وثلاثة أضعاف ما يحتويه الأرز، ومثل ما فى الفاصوليا .. كما تتفوق على القمح فى محتواها من الكالسيوم بمقدار 1.5 مرة.

#### الاستخدام التغذوى:

يستخدم مركز بروتين الكينوا كعنصر فى المكملات الغذائية للإنسان أو الحيوان.

#### الاستخدام الدوائى:

لدى الصابونين - المستخرج من الكينوا المرة - خصائص يمكن أن تحدث تغييرات فى نفاذية الأمعاء، وتساعد فى امتصاص أدوية معينة.

#### الاستخدامات الصناعية:

1- نشا الكينوا يمكن أن يوفر بديلاً للنشويات المعدلة كيميائياً، ولنشا الكينوا إمكانات استخدام صناعى خاصة؛ بسبب صغر حجم حبوبه، بالإضافة إلى الاستخدام الصناعى لحبوب الكينوا.

2- يمكن للصابونين المستخرجة من قشرة الكينوا المر أن تدخل فى بعض الصناعات، مثل المنظفات أو معجون الأسنان أو الشامبو أو الصابون، كما يمكن استخدام الصابونين كمبيد آفات حيوى.



(شكل وألوان حبوب الكينوا)

4- كما توصي المنظمة المهتمين بزراعة الكينوا بإجراء دراسات ميدانية وبحوث على أصناف الكينوا المختلفة، وقدرتها على التكيف، قبل إدخال المحصول في بلدان غير أصلية.



نباتات الكينوا في الحقول

وأخيراً، يمكننا القول إن ما يميز «الكينوا» في مراحل نموها الطبيعي، اعتمادها على عناصر أساسية، تستمدّها من المناخ والتربة والماء، والفكرة الأساسية هنا أن «الكينوا» لا تستهلك أثناء نموها كميات كبيرة من المغذيات الموجودة في التربة. ومن خلال تحليل التّبات، ومعرفة قدرة التربة، تبين أن عملية إمداد «الكينوا» بعناصرها الغذائية الممتصة من التربة، لا تحتاج إلى

كميات محددة من المياه، ولا تحتاج إلى مناخ معين، بل لديها القدرة على التعايش مع شتى أنماط المناخات في العالم، وهذا يعنى أنها تعطى مردودًا جيّدًا مقابل شروط إنتاجية غير مكلفة.

### المركز الدولي للزراعة الملحية:

أدى الطلب المتزايد على مياه الشرب للاستخدام المنزلى في المنطقة العربية، إلى تناقص مياه الري العذبة وتملحها، وتدهور التربة؛ مما اضطر المزارعين إلى استخدام موارد المياه غير التقليدية لرى المحاصيل، فتناقص إنتاج المحاصيل خلال السنوات القليلة الماضية. وبما أن الخُضر تُعتبر من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية المرتفعة، يعتمد الخبراء إلى دراسة قدرتها على تحمل الملوحة؛ لزيادة إنتاجيتها، وتحديد أصولها الوراثية ذات المردود المرتفع، باستخدام موارد المياه المالحة والتربة المملحة.

وقد بدأ المركز الدولي للزراعة الملحية تنوع مجموعته الوراثية من محاصيل الخضار الرئيسة؛ من أجل دراسة وتحديد الأنواع المتأقلمة مع البيئة المحلية في شبه الجزيرة العربية، وذات الإنتاجية المرتفعة عند ربيها بموارد المياه غير التقليدية.

فيما يأتي بعض الخضر المهمة التي يختبرها المركز حاليًا في محطة أبحاثه الرئيسة في دبي:

#### 1- الساليكورنيا:

الساليكورنيا، أو «هليون البحر»، نبات ينتمى إلى الأسرة الرمرامية ضمن الفصيلة القطيفية. وهو عبارة عن عشبة لحمية عصارية بأوراق صغيرة الحجم، فتظهر النبتة كأنها بلا أوراق. الساق غضة طرية، تؤكل مطبوخة أو مخللة. يُستخدم أيضًا كعلف جيد للماشية والأغنام والماعز، وصنع السيلاج العلفي، كما يُستخدم كمادة خام في مصانع الورق .. يمكن زراعته باستخدام مياه الري المالحة، وتحتوى بذوره على نسبة عالية من الزيوت غير المشبعة (30 ٪ من حمض اللينوليك) والبروتينات (35 ٪)؛ لذلك يمكن استخدامها لإنتاج الأعلاف الحيوانية والوقود الحيوى في المناطق الساحلية التي تصعب فيها زراعة المحاصيل التقليدية. يعتبر نبات الساليكورنيا نباتًا ملحيًا غير ورقى، سريع النمو، عصارياً، ويلقى اهتمامًا متزايدًا؛ بفضل قدرته العالية على تحمل الملوحة، وتعدد استعمالاته (حيث يستخدم غذاء للإنسان والحيوان)؛ حيث يستطيع الإنسان تناول رءوس أوراق النبات الملحي، سواء أكانت طازجة، أو على شكل خضروات مخللة، ومن ناحية أخرى تتمتع بذور الساليكورنيا بمعدلات تركيز عالية من الزيت (30 ٪ تقريبًا)، وبمحتوى ضئيل من الملح (أقل من 3 ٪)؛ مما يجعله محصولًا واعدًا كمحصول ملحي،

يمكن استخدام الزيت من بذوره في صنع الوقود الحيوى (خاصة وقود الطيران)، كما تم طرح نبات الساليكورنيا كنبات ملحي، يتمتع بقيمة تجارية جيدة في أنظمة الزراعة السمكية المتكاملة، كما يمكن استعمال الكعكة البذرية كعلف للحيوانات؛ نظراً لاحتوائها على نسبة عالية من البروتين (40% تقريباً).

### 2- *Salicornia bigelovi* (الباذنجان *Solanum melongena*):

يسمى «الحديج» بالعربية الفصحى، وهو نبات حولي عشبي من الفصيلة الباذنجانية .. يتحمل الملوحة الخفيفة، ويزرع بكثرة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، ويُعتقد أن منشأه الأصلي هو الهند. ويُعتبر أحد المحاصيل النباتية الشعبية الشائعة، وتُستخدم الثمرة الغضة في طبخ أنواع متعددة من أصناف الطعام في مناطق مختلفة من العالم. هناك أصناف مختلفة من الباذنجان تُنتج ثماراً مختلفة الشكل والحجم واللون، وأكثرها شهرة الثمار ذات اللون البنفسجي الداكن أو الأسود بشكلها البيضوي أو المتطاوّل .. الثمار غنية بالنيكوتين، وبينت الدراسات أنها فعّالة في علاج ارتفاع الكوليسترول في الدم، ومصدر لحمض الفوليك والبوتاسيوم.

### 3- *Capsicum Annuum*: الفلفل الحار

موطنه الأصلي القارة الأمريكية .. يتحمل الملوحة المعتدلة .. انتشرت زراعة أصناف عديدة منه بعد العصر الكولومبي في جميع أنحاء العالم، واستخدمت للغذاء والدواء .. يحتوي الفلفل الأحمر على كميات مرتفعة من الفيتامين C والكاروتين .. أوراق النبات لازدة الطعم، ولكن ليس بمقدار حدة الثمار .. تتضمن المواد التي تسبب حدة ثمار الفلفل الحار مادة الكبيسين، التي تعتبر مسكناً موضعياً آمناً وفعالاً، ويحتوي النبات على عدة مواد كيميائية أخرى، تسمى الكبيسينويد.

### 4- *Cyamopsis tetragonoloba*: الجوار

نبات بقلي مقاوم للجفاف والملوحة، والقلوية المرتفعة للتربة .. يُزرع بكثرة في المناطق الحارة الجافة وشبه الجافة في إفريقيا وصحارى الشرق الأوسط؛ حيث يُعتقد أن العرب زرعوه لأول مرة لإطعام خيولهم .. يأكل الناس القرون الغضة، وتستخدم أجزاء النبتة الأخرى كعلف للماشية .. يتمتع الغوار بفوائد صحية عديدة، سواء استخدم كخضار أو على شكل مسحوق؛ وذلك لاحتوائه على كميات مرتفعة من البروتين والألياف .. تحتوى بذوره على صمغ الغلاكتومانن، الذى يستخدم فى الألبان والآيس كريم، وصناعة الأجبان، وتجهيز اللحوم الباردة.



5- الخيار *Cucumis sativus*

ينتمي إلى الفصيلة القرعية، وهو ذو حساسية متوسطة للملوحة .. يزرع بكثرة في أنحاء العالم، ويعتقد أن بداية زراعته تعود إلى أكثر من 10 آلاف سنة خلت في جنوب آسيا .. يؤكل طازجاً أو مخللاً، ويُعتبر مصدراً جيداً للفيتامينين A وC والموليدينوم المعدني، وبعض الأملاح المعدنية مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والمنجنيز، كما يحتوي على معدن السيليكا .. يوصى خبراء التغذية بشرب عصير الخيار كمصدر للسيليكا؛ لتحسين البشرة وصحة الجلد، كما يُستخدم لعلاج مشاكل الجلد المختلفة في الوجه، بما في ذلك الانتفاخ تحت العين وحروق الشمس.

6- الخردل *Brassica juncea*

نبات عشبي حولي من الفصيلة الصليبية، يُزرع في المواسم الباردة .. ويُعتقد أن منشأه الأصلي في الشرق الأوسط، بينما تُعتبر الصين والهند منشأين ثانويين .. يتحمل الجفاف جزئياً والملوحة المتوسطة .. تُستخدم الأوراق الطرية الطازجة في أنواع السلطة، كما يتم تعليبها وتجميدها، ويُزرع في الهند للحصول على بذوره التي تُنتج زيتاً عطرياً وبهاراً .. تحتوي أوراق الخردل على نسبة مرتفعة من الفيتامينين A وC والحديد .. يتمتع نبات الخردل أيضاً بقدرته العالية على تحمل المعادن الثقيلة كالرصاص، وتخزينها في خلاياه؛ لذلك يُستخدم بكثرة في استصلاح التربة؛ لإزالة المعادن الثقيلة منها في مواقع النفايات الخطرة.

7- البندورة (الطماطم) *mL ycopersicon esculentu*

تمثل أحد أهم الخضار في العالم، وتحتل المرتبة الثانية من حيث الأهمية بعد البطاطا .. تنتمي إلى الفصيلة الباذنجانية، ويعتقد أن الأنواع المزروعة منها ترجع في نشأتها إلى السلالات ذات الثمار الصغيرة جداً التي تنمو في براري أمريكا الجنوبية .. زُرعت أولاً في المكسيك، ثم انتقلت منها إلى الفلبين وأوروبا. تؤكل الثمرة نيئة أو مطبوخة، كما تُستخدم في إعداد الحساء والعصير والصلصة العادية والصلصة المركزة (كاتشاب)، وينتشر تعليبها بكثرة .. تتحمل نطاقاً واسعاً من الظروف المناخية، كما تتحمل الملوحة المتوسطة .. تختلف الثمار من حيث الحجم، فيتراوح معدل قطرها من 5 ملمترات إلى 10 سنتيمترات أو أكثر .. معظم أصنافها ذات ثمار حمراء، لكن بعضها ينتج ثماراً بلون أصفر أو برتقالي أو بنفسجي أو وردي أو أخضر أو أسود أو أبيض .. تحتوي على مادة الليكوبين، وهي مضاد فعال للأكسدة الطبيعية .. يقلل استهلاك البندورة من خطر بعض أنواع سرطان الرأس والشدى والعنق.

8- اللوبياء: *Vigna unguiculata*

نبات عشبي حولي، ينتمي إلى الفصيلة البقولية، موطنه الأصلي إفريقيا .. يتحمل الملوحة المعتدلة والجفاف، وينمو في البيئات الحارة، ويتأقلم بسهولة مع المناطق الاستوائية الجافة؛ حيث لا تنمو محاصيل خضر غذائية أخرى .. يمكن استخدامه في جميع مراحل نموه، فتشكل أوراقه الخضراء الطازجة مصدرًا مهمًا للغذاء والأعلاف الحيوانية، وتطبخ قرونه الغضة مقطعة ومخلوطة مع أطعمة أخرى، وتُسلق البذور الغضة، كما يمكن تعليبها وتجميدها .. تتراوح نسبة البروتين الخام في البذور والأوراق بين 22 و30 في المائة.. غني بالأحماض الأمينية والليزين والتربتوفان، مقارنة مع الحبوب.

9- الكوسا: *Cucurbita pepo*

نبات ذو ثمار صفراء أو خضراء، ينتمي إلى الفصيلة القرعية التي تضم الخيار والبطيخ.. يتحمل الملوحة المعتدلة، ويزرع في المناطق الساحلية المروية بالمياه المالحة .. استخدمه سكان أمريكا الوسطى والجنوبية للأكل منذ آلاف السنين، لكن الكوسا المعروفة اليوم هي صنف من القرع الصيفي المطور في إيطاليا. يُطبخ كأحد أنواع الخضار، كما أن أزهاره صالحة للأكل، وتُستخدم لتزيين الوجبات، وتستخدم في المكسيك لإعداد الحساء. تحتوي الكوسا على كمية منخفضة من الحريات؛ لذلك يُنصح بأكلها في الحميات الغذائية لتخفيض الوزن .. الثمرة غنية بالفيتامينات والأملاح، مثل حمض الفوليك والبوتاسيوم والمنجنيز وفيتامين A.

10- الهليون: *Asparagus officinalis*

نبات عشبي معمر مزهر من الفصيلة الزنبقية، يعتبر من أهم محاصيل الخضار المتحملة للملوحة، وهو ذو قيمة غذائية مرتفعة .. ينتشر في معظم أنحاء أوروبا وشمال إفريقيا وغرب آسيا .. يتمتع ببنية قوية وأفرع نباتية تشبه الريش وأوراق طويلة وعريضة، ويظل منتجًا بتوافر الرعاية المناسبة لمدة 12-15 سنة بعد زراعته .. تُؤكل براعمه الغضة .. ويُصنّف الهليون ضمن أهم 10 خضر، من حيث ارتفاع القيمة الغذائية، ويعتبر مصدرًا ممتازًا للفيتامينات A وC وK، ومركبات الفولاسين والريبوفلافين والنياسين والثيامين ومعادن النحاس والبوتاسيوم والفوسفور والحديد، كما أنه غني بالألياف الطبيعية.

11 - اللبالب *Lablab purpureus*:

يعتبر من أقدم المحاصيل البقولية .. يتحمل الملوحة الخفيفة، ويُزرع لأجل قرونه الغضة ذات الأشكال المختلفة بالحجم والشكل واللون والنكهة .. تُستخدم البذور الجافة في إعداد بعض أصناف الطعام، وتُعتبر أحد المصادر الرئيسة للبروتين في المناطق الجنوبية من الهند .. تحتوى البذور الناضجة على مادة السيانيذ؛ لذلك يجب غليها جيداً قبل أكلها؛ لإزالة سميتها ... يُستخدم أيضاً كعلف للحيوانات، وكغطاء نباتي، وكسماد أخضر لتحسين التربة، كما يُزرع كنبات للزينة، خصوصاً في الولايات المتحدة؛ للحصول على أزهاره الجميلة البيضاء أو البنفسجية.

12 - البامية *Abelmoschus esculentus*:

نبات زهري من الفصيلة الخبازية، يتحمل الملوحة الخفيفة .. منشؤه الأصلي إفريقيا، ويُزرع بكثرة في المناطق الاستوائية، وشبه الاستوائية المعتدلة الحرارة .. تعتبر البامية من الأنواع النباتية الأكثر تحملاً للجفاف والحرارة في العالم، وتحتوى على كمية منخفضة من الحريات (كالورى)، كما تحتوى على الفيتامينات A وB6 وC والثيامين وحمض الفوليك والريبوفلافين، بالإضافة إلى عدة أملاح معدنية، مثل الكالسيوم والزنك، وبعض الألياف الغذائية .. ويساعد الهلام النباتي أو السائل الصمغى والألياف الغذائية الموجودة في البامية على ضبط نسبة السكر في الدم، من خلال تنظيم طريقة امتصاصه في الأمعاء الدقيقة .. وتتميز الألياف الغذائية المتوفرة في البامية بخصائص عالية، تساعد في الحفاظ على صحة القناة الهضمية.

## 13 - أعلاف "البلوبانك":

وتُعدُّ نبتة "البلوبانك" *blue panic* - وقد اكتسبت اسمها من أوراقها الخضراء المائلة إلى الزرقاء، وإن كان الاسم التجاري لها هو "البلوبان" - نبتة قوية جداً سريعة النمو؛ ولذلك تسمى بالأعلاف العملاقة "جانيتبانك"؛ إذ يصل طول سيقانها إلى حدود 2,5م.

وقد تمت تجربة هذا النوع من الأعلاف في أكثر من منطقة، وكانت النتائج باهرة، وكان إنتاجها أكثر من رائع.

## صفات الاستثنائية:

- هي نبتة متفرعة ومعمرة، ولها عدة أفرع، وجذور سطحية.

- مقاومتها العجيبة: ومقاومة هذه النبتة العجيبة ذات ثلاثة محاور:

أ- مقاومة ملوحة التربة.

ب - مقاومة ملوحة المياه.

ج - مقاومة حرارة الجو.

ولذلك فهي مناسبة جدًا لمناطق المملكة العربية السعودية، لا سيما مناطق المملكة الساحلية، عدا كون المياه التي يحتاجها البلوبانك يمكن توفيرها من مصادر غير مصادر المياه التي تزرع عليها الأعلاف العادية (برسيم - رودس جراس - سودان جراس)، والتي تحتاج إلى مياه غير مالحة أو شديدة الملوحة.

- استهلاك هذا النبات من المياه يعادل 50٪ من استهلاك البرسيم، وهذا هو بيت القصيد؛ لإمكانية الحصول على كمية الأعلاف نفسها بـ 50٪ من المياه المستخدمة في الري لهذه الأعلاف، وبمياه غير صالحة لري البرسيم .. كما يكون الري مرة واحدة في الأسبوع في الصيف، ومرة واحدة كل أسبوعين في الشتاء.

- نموها العجيب:

فهذا النبات له قدرة على النمو في ظروف تربية وبيئية مختلفة، مع ظروف جوية ذات حرارة عالية، وشدة إضاءة، إضافة إلى أنها تتحمل الجفاف والملوحة، وقد تتحمل هذه النباتات ملوحة ذائبة في التربة إلى 10,000 (ج / م) جزء في المليون، وملوحة مياه تصل إلى 15,000 ج / م؛ وهذا يعني بأن التربة التي يمكن زراعة هذه الحشيشة فيها هي في الأصل غير صالحة للزراعة العادية، وتستخدم هذه الحشيشة مياهًا غير صالحة للزراعة العادية، وقد أجريت تجربة بدأت في عام 1995م لزراعة نبات البلوبانك في تربة ذات ملوحة ذائبة، تقدر بحوالي 6000 جزء / مليون، ومياه مالحة 10,000 جزء / مليون، وكان الري بالتنقيط، وقد نجحت التجربة نجاحًا باهرًا.

ومع ذلك، فبالإمكان الحصول على إنتاج وفير من الأعلاف، حيث المعدل السنوي للإنتاج هو من 13 إلى 14 حصة من العلف الطازج سنويًا.

ولسرعة نموها، فإنه يجب حصد الأعلاف قبل مرحلة التزهير، ولكي لا تكتسب مرارة؛ جراء ترسب كميات كبيرة من حمض الأوكساليك في سيقان وأوراق النبتة.

- إنتاجها الوفير:

أ- تنتج حوالى 200 طن مادة خضراء / هكتار / سنة.

ب- يمكن إجراء 10 - 12 حشة فى السنة.

ج- تعتبر من الأعلاف الثرية بالبروتين والألياف؛ إذ تحتوى على حوالى 15 - 18 ٪ بروتين، وهذا يعادل البرسيم.

د- هى أفضل من البرسيم من الناحية الوقائية؛ حيث إن الحيوانات التى تتغذى على البرسيم تصاب بالانتفاخ، وقد يكون مهلكاً بعكس البلوبانك.

هـ- نبتة البلوبانك معمرة؛ فلذلك لا تحتاج إلى إعادة تبيذر إلا كل تسع سنوات فقط، وربما أطول من تلك المدة، كما لا يحتاج الهكتار إلا إلى 4 - 5 كيلو جرامات للهكتار بطريقة البذر، وبالنسبة لطريقة التخطيط، فيكفى من 3 إلى 4 كيلو جرامات.

### الزراعة الملحية:

تعد الزراعة الملحية طريقة فعالة للحد من تأثير الملوحة فى الأراضي المتضررة من الملوحة، كما تشكل النباتات الحساسة للملوحة أغلب المحاصيل المستخدمة فى الزراعة الحديثة، والتى لا يمكنها تحمل الملوحة حتى بتركيزات منخفضة، ومن ناحيه أخرى، تُعتبر تربية المحاصيل المتحملة للملوحة طريقة تقليدية لاستحداث أنواع تتحمل الملوحة، إلا أنها عملية تهدر الوقت، وتتطلب عمالة كثيفة، كما أنها معقدة على المستويين النباتى والخلوى .. أما النباتات الملحية فننمو عند زراعتها تحت ظروف ملحية قاسية، حيث تعجز المحاصيل التقليدية عن العيش .. من هنا يعتبر استخدام النباتات الملحية فى الزراعة الملحية حلاً واعدًا؛ بما أن هذه النباتات تتمتع أصلاً بأهم صفات تحمل الملوحة وأصعبها؛ لذا يجب توطين وتحسين النباتات الملحية البرية، بحيث تتحول إلى محاصيل قابلة للنمو، وذات إنتاجية عالية.

### أشجار الجاف كنز من كنوز الطبيعة :



Ghaf trees of the treasures of nature

تعتبر أشجار الجاف *Prosopis juliflora* من الأشجار الطبيعية المهمة في صفاتها الحيوية، وفوائدها البيئية المتعددة؛ فهي من الأشجار الصحراوية التي تتحمل درجات الحرارة العالية والعطش والجفاف، بالإضافة إلى تحملها للتقلبات الجوية والرياح، وتعتبر من الأشجار الملائمة للزراعة في الأراضي الرملية الخفيفة، وتحملها للملوحة العالية في التربة ومياه الري. كما تمتاز أشجار الجاف أيضاً بسهولة تكاثرها، وسرعة نموها، والتكيف مع الأجواء البيئية المحيطة بها؛ حيث تتعمق جذورها في التربة لمسافات بعيدة؛ بحثاً عن الماء .. كما تؤكد التجارب العلمية والعملية - في عدة دول - على أهمية هذه الأشجار، ومناسبتها في تشجير الصحارى، وتثبيت الكثبان الرملية المتحركة، بالإضافة إلى فعالية استخدامها في إقامة مصدات الرياح مع أحزمة الوقاية الخضراء، وكذلك تشجير الشوارع والمتنزهات العامة وتزيينها؛ حيث تضيف عليها سمة جمالية، فضلاً عن ظلها الوارفة والباردة في الصيف الحار.



جدول بالصفات البيئية والشكلية لأشجار الجاف *Prosopis juliflora*:

شجرة الجاف <i>Prosopis juliflora</i>	الوصف والميزات
المعايير البيئية	تصنف من الأشجار الصحراوية المتحملة للجفاف والعطش، ولدرجات الحرارة العالية، بالإضافة لتحملها للتقلبات الجوية والرياح.
حجم الشجرة	تعتبر شجرة الجاف من أكبر الأشجار البرية في دول الخليج العربي.
الارتفاع	يصل ارتفاع شجرة الجاف إلى ما يزيد عن (50) مترًا .. وفي دول الخليج العربي بلغ متوسط طول أشجار الجاف إلى (12) مترًا.
قطر الساق	يصل قطر جذع شجرة الجاف إلى ما يزيد عن (1) متر.
الأوراق	أوراق شجرة الجاف هي مركبة ثنائية الريش، والوريقات صغيرة وعديدة متقابلة، تتموضع بازداوجية تتراوح بين 10 إلى 50 زوجًا حسب الأنواع.
الأزهار	أزهار شجرة الجاف هي صفراء إلى بيضاء اللون، تتجمع في نورة كثيفة.
البذور	بذور شجرة الجاف تتموضع في قرون طويلة، تصل إلى (30) سم .. صفراء أسطوانية، منحنية، ملساء، غير متفتحة، يصل عددها في النورة إلى (12) قرنًا، وتعتبر المحافظ البذرية في الشحمة الداخلية غنية بمادة السكروز.

الأغصان	أغصان طويلة لينة، تحتوى على أشواك حادة، عدا النوع المسمى بالجاف الأبيض؛ فهو عديم الأشواك.
القيمة العلفية	تعتبر القرون البذرية الناضجة لأشجار الجاف غنية في قيمتها الغذائية للحيوانات، وتدخل كإحدى المكونات العلفية.
نوعية وقيمة الأخشاب	تعتبر أخشاب أشجار الجاف من الأخشاب الجيدة، وتستخدم في كافة أعمال النجارة.
الجذور	يحتوى المجموع الجذرى على جذر أصلى، يمتد بعمق في باطن الأرض، ويصل حتى عمق 30 مترًا.

### القيمة العلفية والرعية لنبات الجاف :

تعتبر أنواع الغاف من الأشجار ذات القيمة العلفية العالية؛ فأغلب الحيوانات تحب القرون الثمرية لأشجار الجاف، وتأكلها، وخاصة الناضجة منها؛ حيث تتميز القرون الخضراء بالطعم المر، وتحتوى هذه القرون البذرية على نسبة من البروتين والسكريات، كما يلاحظ في الجدول التالى:

بروتين	34 - 39 %
مواد سكرية	7 - 8 %

### القيمة الغذائية لاستخدام القرون البذرية لأشجار الجاف فى العليقة العلفية :

لقد بينت البحوث العلمية التى أقيمت فى دولة البرازيل على أنه يمكن "لطحين القرون البذرية لشجرة الجاف" أن تعوض نسبة 60% من طحين القمح فى حصص العلف المقدمة إلى الأبقار الحلوب، كما بينت هذه البحوث بأن زيادة الوزن، وكذلك زيادة إنتاج الحليب للأبقار، يرتفع مع زيادة نسبة طحين قرون أشجار الجاف المقدمة فى العليقة .. وفى دولة المكسيك كذلك



بينت البحوث حول استخدام طحين قرون أشجار الغاف في تغذية الأغنام، بأنه لوحظ أنه عندما يتم استبدال طحين الذرة بطحين قرون أشجار الجاف، فإنه يتم زيادة ملحوظة في وزن الأغنام، بنسبة تصل إلى 45 %. وفي البرازيل أيضاً، لوحظ بأنه عندما يتم تعويض عسل (مولاس) قصب السكر، بمادة قرون الجاف - وبنسب متدرجة - فإن النتائج كانت ملفتة للنظر، وذلك في زيادة أوزان حيوانات المزارعة المختلفة، وبنسبة زيادة وصلت إلى 30 %.

#### محتوى المواد الكيميائية الفعالة لأنواع مختلفة من الجاف:

تتميز مختلف أنواع أشجار الجاف باحتوائها على العديد من المواد الكيميائية الطبيعية الفعالة، والتي لها القيمة والفائدة الكبيرة في الصناعات الدوائية والكيميائية والعقاقير الطبية.

وفي الجدول التالي نذكر أهم أنواع أشجار الجاف، والمواد الفعالة التي تحتويها:

النوع	المواد الفعالة
Prosopis alba	Beta-phenethylamine and tryptamine
Prosopis alpataco	Tryptamine- Phenethylamine derivatives
Prosopis argentina	Tryptamine- Phenethylamine derivatives
Prosopis chilensis	Beta-phenethylamine and derivatives plus tryptamine
Prosopis argentina	Exudate contains tryptamine. Phenethylamine derivatives
Prosopis glandulosa	Tyramine and N tryptamine
Prosopis juliflora	HTP and tryptamine-5
Prosopis nigra	Eleagnine and N- acetyltrypyamine
Prosopis pugionata	Tryptamine. Phenethylamine derivatives
Prosopis tamarugo	Phenethylamine

### الفوائد البيئية والاقتصادية لأشجار الجاف:

تعتبر شجرة الجاف من الأشجار المثلى في تأقلمها مع الظروف البيئية القاسية، وخاصة في المناطق الصحراوية؛ حيث إن المجموع الجذري لتلك الشجرة - والذي يصل أحياناً إلى عمق (30) متراً - يسمح لها بالبحث والحصول على الماء، وتساهم جذور شجرة الجاف في زيادة خصوبة التربة؛ لمقدرتها على تثبيت نيتروجين الهواء الجوى .. كما تتحمل شجرة الجاف فترات طويلة من الجفاف، وملوحة التربة الزائدة، وبالرغم من ذلك تبقى خضراء على مدار العام، وفيما يلي نعدد بعضاً من الفوائد البيئية والاقتصادية لأشجار الجاف:

- تشكل القرون البذرية متمماً علفياً جيداً للحيوانات ذا محتوى عالٍ من البروتين والسكر.
- تزيد أشجار الجاف من نسبة الأكسجين في الجو.
- تنقية الجو من الغازات السامة، وخاصة أول أكسيد الكربون والرصاص.
- تقوم أشجار الجاف بامتصاص الغبار والمعلقات الضارة في الهواء.
- أثبتت البحوث الطبية بأن أزهار الجاف لا تسبب أى عوارض للحساسية.
- تشكل أشجار الجاف ثروة خشبية وفيرة ذات نوعية متينة.
- تعتبر أزهار شجرة الغاف مرعى جيداً للنحل.
- تعتبر أشجار الجاف مصدرًا مهمًا للعديد من المواد الكيميائية الفعالة والطبيعية، ومنها التانينات، والصمغ.
- يعتبر المستخلص النباتي لأوراق شجرة الجاف من المواد الفعالة في مكافحة فطر *Fusarium oxysporum*، المسبب لمرض الذبول للعديد من المحاصيل الزراعية.
- تساهم أشجار الجاف - كونها من العائلة البقولية - في إغناء وتثبيت النيتروجين في التربة، وبالتالي زيادة خصوبة التربة عامًا بعد عام.
- تعتبر أشجار الجاف من الأشجار المثالية في تثبيت الكثبان الرملية.
- تعتبر أشجار الجاف من الأشجار الجيدة في صد الرياح.

- تستخدم أخشاب الجاف كحطب وقود، أو تحول إلى فحم نباتي، أو كأعمدة لتسوير المزارع، وتستخدم أخشابه في صناعة الأثاث، والعوارض والقوائم الإنشائية، وعوارض السكك الحديدية، وغيرها.
- احتياجاتها المائية منخفضة.

### أهمية وميزات تثبيت الكثبان الرملية بواسطة التشجير بأشجار الجاف:

تتميز طريقة تثبيت الكثبان الرملية بواسطة التشجير بأشجار الجاف بعدة ميزات رئيسية، نجملها فيما يلي:

- 1- تعتبر طريقة صديقة للبيئة، وتعمل على تحسين الظروف البيئية.
  - 2- تتميز تلك الطريقة بصفة الاستدامة.
  - 3- تقوم تلك الطريقة بتحسين خصائص التربة الفيزيائية.
  - 4- تعمل على تحسين خصوبة التربة، وزيادة المادة العضوية فيها.
  - 5- توفر المواد الأولية الطبيعية من مراعي وأخشاب.
  - 6- توفر الظروف المناسبة واللازمة للنزهات والترفيه والسياحة البيئية.
  - 7- تعتبر طريقة غير مكلفة مادياً، مقارنة بباقي الطرق الأخرى المتبعة في تثبيت الكثبان الرملية.
  - 8- تشكل تلك الطريقة مهذاً مناسباً لتنشيط الحياة البرية للعديد من الكائنات الحية؛ من طيور وحيوانات وحشرات نافعة.
- وفي الختام، يمكن القول إن أشجار الجاف من الأشجار المهمة جداً للبيئة والإنسان، ويجب حمايتها بكافة الطرق الرسمية والخاصة، وإعادة دورها الحيوي والمهم من جديد في بيئتنا، التي أثقلت بالهموم والكوارث.

## الفصل السابع

### الرى بمياه البحر

#### مياه البحار والمحيطات :

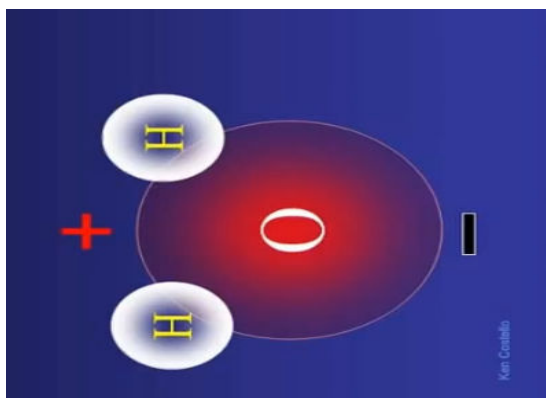
يشغل الماء حجمًا أكبر من حجم أى مركب كيميائى آخر على سطح الأرض؛ لذا تسمى الأرض بكوكب الماء، أو الكوكب الأزرق؛ حيث يشغل الماء 70,8 ٪ من سطح الأرض، فى حين يشغل اليابس 29,2 ٪، وتشكل مياه البحار 97 ٪ من إجمالى المياه على الأرض، كما يشكل الماء 85 ٪ من كتلة المخلوقات البحرية.

وخواص مياه البحار هى خواص المياه العذبة نفسها، بالإضافة إلى ما يطرأ عليها من تغيير؛ نتيجة للعوامل الآتية:

1- تفاعل المياه مع صخور القشرة الأرضية، المكونة لأحواض البحار والمحيطات.

2- تفاعل المياه مع الأحياء البحرية.

أوضحت الأشعة السينية أن الارتباط بين ذرتى الهيدروجين وذرة الأكسجين فى جزيء الماء، يكون بزاوية 104,5، وهو ارتباط تساهمى .. ونتيجة للطبيعة القطبية للروابط فى جزيء الماء، تتوزع الشحنات الكهربائية توزيعًا غير متوازن؛ إذ تحمل ذرة الأكسجين شحنة سالبة، وتحمل ذرتا الهيدروجين شحنتين موجبتين، كما هو موضح بالشكل التالى:



ونتيجة للطبيعة القطبية لجزيء الماء، يحدث ترابط هيدروجيني بين جزيئات الماء بعضها البعض، بالإضافة إلى قوى أخرى، تربط بين جزيئات الماء، تعرف بقوى فان ديروالس، والتي يعزى إليها ارتفاع درجة حرارة نقطة الغليان ونقطة الذوبان (أى أن الروابط التساهمية تكون داخل جزيء الماء، بينما الروابط الهيدروجينية وقوى فان ديروالس تكون بين الجزيئات).

لذا يمكن الاستعانة بشكل جزيء الماء، والتوزيع القطبي للشحنات فيه، والروابط الهيدروجينية بين جزيئاته؛ لتفسير بعض خواصه الفيزيائية، مثل: قدرته على الإذابة - الخواص الحرارية للماء - التغير في كثافته ولزوجته مع التغير في درجات الحرارة والشد السطحي للماء.

والشد السطحي للماء يرجع إلى وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته، والتي تربطها معاً، ويرجع إليها طفو الطيور فوق سطح الماء، بالإضافة إلى الكثير من الحشرات، تستخدم سطح الماء، كما لو كان سطحاً صلباً.

### الأملاح في مياه البحار:

مياه البحار عبارة عن محلول من الأملاح ثابتة التركيب، وعلى الرغم من كثرة عدد العناصر الذائبة (أكثر من 70 عنصراً) فيه، فإن ستة فقط من هذه العناصر تشكل أكثر من 99% من أملاح البحر، وهى (الكالسيوم - الماغنسيوم - البوتاسيوم - الكبريت، الذى يوجد على شكل سلفات) بجانب أيونات أخرى، مثل الذهب - الفضة - النحاس - الفوسفور - اليود، ولكنها لا تشكل إلا نسبة ضئيلة من مجموع الأيونات الذائبة، لا تتجاوز 0,1%.

هناك اختلاف واضح بين نوعية الأملاح السائدة في مياه الأنهار، وتلك السائدة في مياه البحار والمحيطات؛ فبينما تسود كربونات الكالسيوم بمياه الأنهار، تسود كلوريدات الصوديوم مياه البحار، وبينما تفوق نسب السلفات في مياه الأنهار كلوريدات الصوديوم، فإن الأمر ينعكس في مياه البحار والمحيطات، وتتفاوت مياه الأنهار فيما بينها - تفاوتاً كبيراً - في نوعية الأملاح التى تحملها؛ وذلك تبعاً لنوع الصخور التى مرت عليها.

ويرجع نقص كربونات الكالسيوم في مياه البحار والمحيطات إلى المخلوقات البحرية، التى تستهلك كميات كبيرة منها؛ لبناء هياكلها ومستعمراتها، فضلاً عن انخفاض نسبة ثانى أكسيد الكربون، الذى يؤدى إلى ارتفاع نسبة بعض الأملاح، وخاصة كلوريد الصوديوم .. ورغم استمرار تبخر الماء من البحار، إلا أن نسبة الملوحة بها لا تستمر في الازدياد، ويرجع ذلك إلى أن

بعض الأملاح البحرية - وخصوصًا أملاح الكربونات والسيليكات - يستهلك كمية كبيرة منها من قبل المخلوقات الحية البحرية.

### توزيع الأملاح في مياه البحار والمحيطات:

يمكن أن ينظر إلى توزيع الأملاح في مياه البحار والمحيطات من منظورين؛ الأول: التوزيع الأفقي، والثاني: التوزيع الرأسى مع العمق.

الأول: التوزيع الأفقي للأملاح البحار والمحيطات:

يتأثر تركيز الأملاح في الطبقة السطحية من مياه البحار بعدة عوامل، أهمها:

1- معدلات البخر، والتي ترتبط بدرجات الحرارة، والإشعاع الشمسى، وهذه تختلف باختلاف الموقع من دوائر العرض واختلاف الفصول.

2- معدل التساقط؛ فكمية المياه العذبة المتساقطة على مياه البحار، ستؤثر على ملوحة الطبقة السطحية منها، ومعدلات التساقط هذه تختلف؛ تبعًا لدوائر العرض والقرب، أو البعد من السواحل القارية.

3- التدفق النهري؛ فكميات المياه التي تلقى بها الأنهار في مياه البحار أو المحيطات، تؤثر في ملوحتها تأثيرًا واضحًا.

4- التيارات البحرية في المياه السطحية، وما ينجم عنها من نقل وخلط للمياه البحرية السطحية؛ حيث إن نسبة 35 جم / لتر من ملوحة مياه البحار، ليست إلا متوسط عام تبعًا للمتغيرات المذكورة آنفًا؛ ففي القرب من خط الاستواء - حيث يزداد معدل التساقط - تنخفض ملوحة الطبقة السطحية لمياه البحار إلى 34 جم / لتر، بينما شمال خط الاستواء - حيث ترتفع نسبة الإشعاع الشمسى، وترتفع الحرارة، وينخفض معدل التساقط - يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح في الطبقة السطحية، ويصل إلى 37 جم / لتر، ويظهر أثر تدفق مياه الأنهار على انخفاض الملوحة في مياه البحار قرب مصباتها؛ فالملوحة في شمال خليج البنغال تنخفض إلى 32 جم / لتر؛ نتيجة لتدفق مياه نهري الكنج وبراهمايترا، كما تنخفض الملوحة في المحيط الأطلسى أمام مصبى نهر الكونغو ونهر الأمازون؛ حيث تصل مستويات الملوحة إلى 15 جم / لتر.

الثاني: التوزيع الرأسى للملوحة مياه البحار والمحيطات مع العمق:

إن ما يحكم التوزيع الرأسى للملحة مياه البحار والمحيطات، هو الكثافة؛ حيث تزداد كثافة الماء بارتفاع الملحة أو الضغط، أو بانخفاض درجة حرارته .. لكن التغير الرأسى فى ملوحة مياه البحار والمحيطات يختلف فى توزيعه المكانى عن التغير فى كثافة مياه البحار مع العمق؛ حيث تزداد الكثافة بزيادة العمق، فبينما نجد أن متوسط ملوحة المياه السطحية يتراوح بين 33 - 34 جم / لتر، ترتفع الملحة فى القاع إلى 35 جم / لتر؛ حيث يسهم ذوبان الثلوج فى الطبقة السطحية فى تخفيف حدة ملوحة مياه البحر.

### مدة بقاء العناصر فى البحار والمحيطات :

متوسط مدة بقاء العناصر فى البحار والمحيطات ليس واحدًا، ويمكن حساب مدة بقاء كل منها بالمعادلة التالية:

مدة البقاء فى البحار والمحيطات = كمية العنصر فى مياه البحار أو المحيط / معدل تغذية مياه البحر أو المحيط بالعنصر.

وتعد البحار أو المحيطات فى حالة توازن بالنسبة إلى عنصر معين إذا كانت مخرجاتها منه متساوية، وتعتمد مدة بقاء أى عنصر على تفاعله فى البيئة البحرية؛ فعنصر الألومنيوم مثلاً مدة بقاءه 100 سنة فقط، والحديد 140 سنة، بينما تبلغ مدة بقاء الصوديوم 260 مليون سنة .. أما بالنسبة للماء، فإن مدة بقاءه تقدر بنحو 4000 سنة؛ إذ يتبخر منه سنوياً ما يعادل طبقة سمكها 1 متر.

### استخدام مياه البحر فى الزراعة، وإنتاج النباتات المحبة للملحة :

إن من أكثر المعضلات إلحاحاً على الإنسان، هى كيفية توفير احتياجات العالم من غذاء وكساء، وما يستتبع ذلك من توفير إمدادات كافية من الموارد الطبيعية، خاصة الأرض والماء، وبالتالي توفير تغذية ملائمة للأعداد المتزايدة لسكان المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، فى غضون الثلاثين سنة القادمة.

تقدر منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) الحاجة إلى موارد أرضية، تقدر بحوالى 200 مليون هكتار، كأراضٍ زراعية جديدة لإنتاج المحاصيل المختلفة، ولا يتوفر من هذه المساحة سوى 93 مليون هكتار فقط، والتى يمكن استخدامها فى التوسع الزراعى .. وللأسف، فإن الجزء الأكبر من هذه المساحة مشغول حالياً بالغابات، التى يجب علينا الحفاظ عليها؛ للمحافظة على التوازن البيئى والمناخ العالمى للكرة الأرضية كلها.

وإذا أضفنا لهذه المشكلة العويصة حقيقة حزينة أخرى، وهي تدهور الأراضي الزراعية الخصبة؛ سواء نتيجة للنحر أو التملح أو التلوث في معظم أراضي بلاد المناطق الجافة وشبه الجافة - فإن ذلك مما يحفز الإنسان لضرورة إيجاد مصادر بديلة من المياه والأراضي لزراعة المحاصيل، وزيادة الغطاء النباتي، أي يجب استمرارية التوسع الأفقي والرأسي، واستخدام الموارد غير التقليدية للمياه، والحفاظ على ما هو متاح منها فعلاً.

ومن ضمن الأفكار المطروحة في النصف الأخير من القرن العشرين، هو الزراعة باستعمال مياه البحر، وكان أول ظهور جدى للفكرة بعد الحرب العالمية الثانية؛ ففي عام 1949، وقتها أشار بويكو 1967، بأن الزراعة باستخدام مياه البحر ممكنة جداً في الأراضي الرملية والبيئات الصحراوية، وتعرف الزراعة بمياه البحر، أنها تنمية المحاصيل المتحملة للملوحة في أرض تروى بمياه البحر.. وهذه الفكرة تعتبر حلاً مثالياً؛ حيث إن 97% من مياه الكرة الأرضية مياه مالحة (بحار ومحيطات)، وكذلك فإن الأراضي الصحراوية واسعة الانتشار، وتشكل 43% من مساحة اليابسة.

وقد قدر جلين وآخرون 1978، أن 15% من الأراضي المستغلة في صحارى العالم الساحلية والداخلية المالحة، يمكن ريها من البحار، وهذه تشكل مساحة 130 مليون هكتار من الأراضي الجديدة، والتي يمكن استخدامها في إنتاج الغذاء، دون المساس بأراضي الغابات، أو استنزاف الموارد المائية العذبة الشحيحة. ولكي تكون الزراعة بمياه البحر مجدية - من حيث التكلفة الاقتصادية - يتعين أن نراعى شرطين:

1- إنتاج محاصيل مفيدة، ذات مردود اقتصادي، يزيد عن تكاليف إنشاء المشروع والبنية الأساسية.

2- عدم الإضرار بالبيئة، وأن تكون التنمية الزراعية متواصلة ومستدامة للموارد المائية.

وقد حاول الباحثون استنباط أصناف لبعض المحاصيل التقليدية - مثل القمح والشعير - مقاومة للملوحة، باستخدام أساليب الاستنباط الانتقائي محلياً، وباستخدام الهندسة الوراثية، التي عن طريقها تضاف جينات تحمل صفة تحمل الملوحة، ولكن يمكن القول إنه حتى الآن لم تسفر هذه الجهود عن إنتاج سلالات مرشحة للرى بمياه البحر؛ حيث لا يزال الحد الأعلى للملوحة مياه الرى في المدى الطويل - حتى لأكثر المحاصيل تحملاً للملوحة مثل نخيل البلح - أقل من 5 ملليموز. وجدير بالذكر أن ملوحة ماء البحر تتراوح بين 35 - 40 ملليموز. وكما نعلم فإن مياه البحر غنية بكلوريد الصوديوم، وهو من أكثر المواد ضرراً على النباتات النامية.



وحديثاً أظهرت بعض البحوث إمكانية استخدام نباتات برية متحملة للملوحة، أو ما يسمى بالـ Halophytes (نباتات تنمو في الأراضي الملحية طبيعياً)؛ بقصد استعماها كمحاصيل علف، أو إنتاج زيوت أو مواد طبية وعطرية، أو حتى غذاء للإنسان مباشرة. ونجد على سبيل المثال، أن بذور نبات Distichlis paleri (أو عشب النخيل Planer's grass)، كان يقتاتها ويتغذى عليها الشعوب البدائية، مثل شعب الكوكوبا، الذي عاش حول مصب نهر كولوردو بالولايات المتحدة الأمريكية.

وقد قام فريق بحثي - على مدى عشرات السنين - بجمع بضع مئات من أنواع النباتات الملحية عبر العالم، ثم تصنيفتها حسب درجة تحملها للملوحة، وكذلك محتواها الغذائي، وظهر أن هناك ما بين 2000 - 3000 نوع من النباتات الملحية على شكل أعشاب أو شجيرات أو أشجار، مثل نباتات القرم Mangrove، والذي ينمو على شواطئ البحار.

أشار "جلين" وآخرون 1998، إلى أنه يوجد أكثر من اثني عشر نباتاً ملحيّاً، أظهرت إمكانات واعدة للإنتاج الاقتصادي الزراعي في تجارب حقلية، وأوضحوا أن أكثر النباتات الملحية تحملاً للملوحة وأكثرها إنتاجاً للمادة الجافة الحيوية للمتر المربع، كانت من الأنواع الشجرية المسماة الساليكورنيا Salicornia (أو ما يسمى الأشنان Glasswort)، ونبات الأتربكس Atriplex (الشجيرة الملحية Salt bush)، من العائلة السرخسية Chenopdiaceae، التي تشتمل على نحو 20% من أنواع النباتات الملحية كافة.

### ضرورة استخدام مياه البحر في الري:

يوجد حوالي 295 مليون هكتار من أراضي الصحراء الساحلية في العالم، وتقدر مساحة 17% منها (حوالي 50 مليون هكتار) أراضي منبسطة، تصلح للزراعة المروية (من حيث نوع التربة، ودرجة الانحدار، وأنها أراضي هامشية، ليس عليها تنافس لاستخدامات أخرى)، باستخدام مياه البحر كمصدر للري.. هذه المساحة من الأرض سوف تزيد المساحات المروية في الأقاليم الصحراوية بحوالي 80%.. الأقاليم ذات الأفضلية لمثل هذا الاستخدام دلتا الأنهار المختلفة؛ حيث تشكل الرواسب الساحلية أراضي صحراوية رسوبية، مثل نهر النيل والفرات وكلورادو؛ حيث نجد أن الدلتا الساحلية الرسوبية غالباً ما تعاني من مشاكل التملح الثانوي؛ نتيجة العديد من العوامل، وتعاني من التصحر.

ويمكن إدخال مثل هذه المساحات في الإنتاج الزراعي ذي القيمة الاقتصادية، عن طريق زراعة النباتات المحبة للملوحة (الهالوفيت)، وريها باستخدام مياه البحر. كذلك الصحراء

الساحلية الرملية على امتداد ساحل البحر الأحمر والخليج العربي، وكذلك المحيط الهندي، وخليج كاليفورنيا - تصلح لمثل هذا النوع من الاستخدام؛ مما يضيف مساحات إضافية تصلح للرى بمياه البحر.. ومن هذه الأراضي التي تصلح لمثل هذا الاستخدام أيضًا أراضي السبخة، الموجودة في العديد من السهول الساحلية للبحار والبحيرات، كما في شمال الدلتا - سيناء - شبه الجزيرة العربية، وكذلك في السهول الجنوبية الساحلية في أستراليا، وبعض مناطق قريبة من التجمعات السكانية، أو مدن كبيرة، مثل القاهرة - بغداد - بومباي - كراتشي ... إلخ؛ مما يشكل فرصة عظيمة للاستثمار لإنتاج أعلاف حيوانية من الهالوفيت؛ مما يخفف الضغط على استخدام المياه العذبة والأراضي الزراعية المتاحة، كما يقلل من الرعى الجائر على المراعى المتاحة القليلة نسبيًا.

وكان هناك أمل أن توفر تقنية تحلية مياه البحر، باستخدام الطاقة النووية؛ حيث يمكن أن توفر مصدرًا رخيصًا للطاقة اللازمة لتحلية مياه البحر؛ حيث يمكن استخدامها في النشاط الزراعي واستصلاح الأراضي.. ولكن إلى حد ما زالت هذه التقنيات مكلفة، وتحتاج إلى استثمارات عالية؛ ولهذا فإن استخدام مياه البحر في الزراعة مباشرة، يشكل أملًا متفائلًا وعظيمًا للتنمية الزراعية بطول الصحارى الساحلية، بزراعة محاصيل محبة للملوحة (الهالوفيت)، وذات العائد الاقتصادي.

وسنحاول - في هذا المقال - أن نستعرض إمكانيات هذه التقنية الحديثة، وكيفية تقييم الجدوى الاقتصادية للطرق المختلفة لاستخدام مياه البحر في إنتاج العلف الحيواني. وقد حاول بعض الباحثين زراعة المحاصيل التقليدية على ماء البحر، مثل الشعير، والذي يمكن - على أقل تقدير - إكمال دورة حياته على ماء البحر في المناخ المعتدل.

وقد تم افتراض أنه يمكن عمل برامج تربية لمثل هذه المحاصيل؛ لتحسين قدرتها على تحمل الملوحة، وإيجاد طفرات مقاومة أو محبة للملوحة. ولكنه - حتى الآن - لم يتم التوصل إلى أى نوع من المحاصيل التقليدية، الذى يمكن أن ينتج كمية محصول اقتصادى مقبول، تحت ظروف الرى بماء البحر، فى مناخ الصحراء الساحلية.

وحديثًا، تم اقتراح مدخل جديد، وهو محاولة توطين أو تأهيل وزراعة النباتات المحبة للملوحة، والتي تنمو طبيعيًا فى مثل هذه الظروف للإنتاج الزراعى، وبالتالي يمكن الاستفادة بقدرتها الطبيعية على مقاومة الملوحة. وقد بدأت بعض البلاد - كما فى شمال إفريقيا - استخدام هذا الأسلوب لإنتاج بذور ومحاصيل الهالوفيت، باستخدام مياه البحر، ومنذ حوالى

15 سنة، بدأت جامعة أريزونا تجارب حقلية لزراعة الهالوفيت في العديد من مناطق العالم الصحراوية، مثل المكسيك - خليج كاليفورنيا - الإمارات العربية وخليج عمان - الغردقة في مصر، وفي أربعة أماكن على الخليج العربي (أبو ظبي - جليل - كويت - رأس الزور).

ومع زيادة الخبرة والمعلومات، تم زيادة القطع التجريبية 0.5 - 1 هكتار، إلى 20 - 40 هكتارًا كمزارع تجريبية، واستخدام طرق رى مختلفة، ابتداء من الرى السطحي المعتاد، إلى الرى المحورى، والذي يروى حوالى 250 هكتارًا.

وقد تم اختيار نبات هالوفيت لإنتاج بذور، يستخرج منها الزيت، والمعروف باسم سالكورنيا *Salicornia bigelovii* torr، ثم تم اختبار أصناف أخرى، مثل أصناف Atriplex، وشجيرات معمرة، وأعشاب ملحية، وأنواع أخرى من النباتات العصيرية (لحمية النسيج)، أوضحت تجارب الصوب أن ملوحة مياه البحر أكبر من حد الملوحة الكافية لنمو أكثر نباتات الهالوفيت مقاومة للملوحة، وأنه قد انخفض معدل نمو هذه النباتات بمعدل 50%؛ نتيجة الرى بمياه البحر.

ولكن في التجارب الحقلية، أوضحت النتائج أن المحصول الحيوى السنوى ومحصول البذور، قد يساوى - أو يزيد - عن محصول أى محاصيل تقليدية تروى بماء عذب. وأنه يمكن إنتاج محصول كتلته الحيوية Biomass في حدود من 17 - 34 طنًا / هكتار، والذي يحتوى على 11 - 23 طنًا / هكتار مادة عضوية من نباتات الهالوفيت، وباستخدام مياه البحر في تجارب حقلية على مياه البحر لمدة 6 سنوات، تم زراعة نبات السالكورنيا، وتم الحصول على محصول زيتى سنوى، يقدر بـ 2 طن / هكتار من محصول البذور الزيتية (مكافئ لفول الصويا أو المحاصيل الزيتية الأخرى).

وسبب قدرة الهالوفيت على إعطاء محصول وفير، بالرغم من التأثير المثبط للملوحة لمياه البحر، يرجع إلى العديد من العوامل التعويضية التى يستفيد منها النبات، مثل الشتاء معتدل الحرارة، والانعزال التام للنباتات في مثل هذه البقع الساحلية؛ حيث لا تنافسها حشائش أو آفات أخرى، وأن أصناف الهالوفيت تتمتع بموهبة بيولوجية، وقدرة عالية على التمثيل الضوئى Photosynthesis والنمو.

### اختيار موقع تجهيز التربة:

تجهيز وتسوية الأرض من العوامل المهمة في الزراعة المروية، خاصة عند استخدام مياه البحر في الري؛ فكما هو معروف في الزراعة المروية، تميل الأملاح للتراكم، وإعادة التوزيع في قطاع التربة؛ حيث يحدث تدرج في الملوحة خلال الحقل .. فمثلاً المناطق المرتفعة يزداد تراكم الملح فيها؛ ولهذا يجب تقسيم الأرض إلى قطع، قد تكون مختلفة في المنسوب، ولكن يجب الاهتمام بتسوية سطح التربة في القطعة الواحدة.

وتم استخدام العديد من أنواع التربة بنجاح في أرض سلتية طينية إلى الكثبان الرملية، والمهم أن تكون التربة جيدة الصرف الطبيعي؛ ولهذا فإنه يجب حرث الأرض ولعمق 1 متر؛ لتحسين الصرف، خاصة في الأراضي الثقيلة، وحين يحدث للتربة الرملية انضغاط تحت الطبقة السطحية، وبالتالي لابد أن يتم إعدادها من حيث الحرث العميق، ثم الحرث السطحي، والتسوية، والزراعة، ثم الري.

وبالرغم من أن العديد من أصناف الهالوفيت تتحمل ارتفاع الماء الأرضي، إلا أن الاهتمام بالصرف يعد عاملاً مهماً لمقاومة التملح. وفي حالة الأراضي الثقيلة يجب عمل مصارف سطحية على شكل حرف V، وبعمق نصف متر، وعلى أبعاد من 10 - 20 متراً، على أن يتم صرف مائها إلى مصارف عميقة، ويمكن سحب ماء الصرف بالمضخات إلى البحر مرة أخرى.

وغالبا، فإن سطح البحر الصحراوي به خزان ضحل من المياه الملحية الجوفية، والتي تمتد إلى عدة كيلو مترات من حد البحر، وليس هناك أى تأثير سلبي على هذا الخزان الجوفي نتيجة استخدام مياه البحر في الري، كما أوضحت التجارب لمدة 10 سنوات. ولكن من الواضح أن الري بمياه البحر سوف يتسبب في إحداث أضرار بأى خزان جوفي للمياه العذبة؛ ولهذا لابد من عمل دراسات هيدرولوجية للخزانات الجوفية للمنطقة المراد استخدام تقنية الري بمياه البحر بها (عمق - نوعية - كمية)، ويجب دراسة الخواص الهيدروفيزيكية للتربة. وإذا كان الموقع بجوار سلسلة جبال موازية للساحل - كما في حالة البحر الأحمر - فيجب المحافظة على المياه العذبة التي تتجمع تحت وادي الجبل، أو على حافل الساحل الرمل.

### احتياجات الري بمياه البحر:

من أهم القيود على استخدام مياه البحر لإنتاج الهالوفيت، هو كيفية إدارة المياه Water management؛ فمن الضروري منع زيادة تراكم الأملاح في منطقة الجذور (الريزوسفير)، وهذا

الشرط بخلاف الري بالمياه العذبة؛ حيث يكون الري بناءً على مستوى الرطوبة الأرضية، وليس على أساس ملوحة التربة في الريزوسفير. فعادة في ظروف الري التقليدية، يتم الري عندما تقل رطوبة التربة إلى 50٪، ولكن في حالة الري بمياه البحر، وعند نقص الرطوبة الأرضية إلى 50٪، يكون مستوى الملوحة في منطقة الجذر ضعيف ملوحة ماء البحر؛ مما يكون له تأثير قاسٍ على النبات، وينخفض المحصول بدرجة كبيرة لمعظم نباتات الهالوفيت؛ ولهذا فقد اتضح أنه يجب ألا يزيد نقص الرطوبة عن 25٪؛ لتقليل فرصة زيادة تركيز الأملاح بين الريات في قطاع التربة .. كذلك فمن الضروري إضافة احتياجات غسيلية حوالى 25٪ أو أكثر في كل رية؛ وذلك لغسل الأملاح، وطردها أسفل منطقة الجذور.

ولهذا، فإن قصر فترات الري والغسيل الوافر للأملاح، هو المفتاح الرئيس لتحقيق النجاح، والحصول على محصول عالٍ من الهالوفيت، باستخدام مياه البحر. كما يجب جدولة الري من 1 - 10 أيام، حسب نوع التربة وظروف الموسم والمناخ، فمثلاً في حالتي الكثبان الرملية أو الساحل الرمل، يجب أن يتم الري بصفة منتظمة يوميًا في موسم الصيف، بينما في الأراضي السلتية والرملية اللومية - التي يمكن أن تحتفظ بماء كافٍ - يمكن الري كل 10 أيام في موسم الشتاء.

#### التخطيط لإنشاء مزرعة تروى بماء البحر:

أهم عامل مطلوب لإقامة مزرعة تروى بماء البحر، هو أن يكون هناك مصدر متاح وقريب، وبتكلفة منخفضة لماء البحر، وتعتبر تكلفة الإمداد بماء البحر، هو الاستثمار الأكبر في مثل هذا النوع من المشاريع، وهو يتجاوز باقي العوامل، مثل طريقة الري، وكمية المياه المطلوبة، والممارسات الزراعية المطلوبة.

وعادة، في حالة الإمداد المباشر من ماء البحر، يكون على هيئة رصيف بحري، يمتد في البحر؛ حيث تمتد مواسير لجلب المياه بواسطة مضخات، ويجب إنشاء قنوات ري في حقول المشروع، وكل هذه الإنشاءات تؤثر على الساحل من حيث المظهر، والاستخدامات الأخرى للساحل. كما تشكل حركة الماء والكائنات البحرية المختلفة وخواص وتأثير مياه البحر على صداً المعادن المستخدمة في هذه المنشآت البيئية البحرية، وحركة الأمواج والرياح والأعاصير - مشاكل صعبة عديدة، يجب دراستها، وأخذها في الحسبان عند وضع التصميمات .. ومما يجدر ذكره أن الحلول عادة ما تكون مكلفة.

أما المدخل البديل عن ذلك، فهو الإمداد غير المباشر، عن طريق آبار لتجميع مياه البحر؛ مما يجنبنا العديد من المشاكل السابق ذكرها. ولهذا، ففي حالة توافر خزان جوفي، فإن آبار مياه البحر

تمثل الحل الأمثل، ولكن قد تكون القدرة الإمدادية لهذا البئر محدودة (ظهرت هذه المحدودية في العديد من هذه الآبار رغم وجودها على شاطئ البحر في العديد من الدراسات)، ويستلزم عمل بعض الدراسات الجيولوجية الهيدرولوجية؛ لتحديد أفضل الأماكن لهذه الآبار. وبعد أن يتم إيجاد مصدر للإمداد بمياه البحر، فإن المهمة التالية تكون هي توصيل المياه إلى منطقة الجذور، والتي يمكن أن تأخذ العديد من الأشكال، طبقاً لطريقة الري المتبعة. ففي حالة المساحات الصغيرة، يمكن استخدام أسلوب الري بالغمر البسيط؛ حيث يمكن عمل نظام يتميز بالانسياب السريع للماء في قنوات مفتوحة، أو أنابيب PVC خفيفة، أو أنابيب بلاستيك قابلة للطي. أما في حالة المساحات الأكبر، فيمكن استخدام ماكينات الري بالرش المحورى أو الجانبي؛ حيث يتم توزيع المياه بتجانس على الأرض، حتى ولو لم تكن الأرض مستوية بدقة.

### طريقة الأحواض الصغيرة المغمورة:

في هذه الطريقة، يتم عمل أحواض في حدود 200م<sup>2</sup>، ويتم غمرها لعمق 2 - 5 سم (يتوقف على مدى تسوية سطح الأرض)، مع استخدام أسلوب الغمر السريع بمعدل السريان 100 لتر / دقيقة، في حالة الأحواض الرملية؛ لتفادى الفقد بالمرشح لعمق التربة. ويتم توزيع المياه على الأحواض، باستخدام شبكة أنابيب PVC مدفونة، ويتم التحكم في معدل السريان داخل الحوض، بواسطة Standpipe، أو أنابيب قائمة يمكن إزالتها.

وكما هو معروف، فإن الري بالغمر - خاصة في الأراضي الرملية - يحتاج إلى كميات كبيرة من مياه الري؛ نتيجة للفقد بالرشح، ولهذا فإن الحوض الواحد الذى يغمر يومياً إلى عمق 5 سم، يحتاج إلى 20 م<sup>3</sup> / سنة، وهو معدل خمسة أضعاف استخدام الماء للمحاصيل التقليدية، حتى النامية على أرض رملية. ويمكن خفض كميات المياه حسب الظروف المناخية، ففي الموسم البارد من السنة، يمكن الري كل 3 أيام أو أكثر؛ حيث يكون البخر أقل، ودورة نمو النبات بطيئة.

ويمكن بالإدارة الجيدة، الري في أحواض مغمورة، عندما ينخفض الماء المستخدم إلى 10 م<sup>3</sup> / سنة، ولكن 80% من هذه الكمية سوف تفقد بالرشح للأعماق. وتشكل تكلفة ضخ المياه بهذه الكميات العائق الأكبر في هذه الطريقة، بالإضافة إلى تكلفة إنشاء أنابيب، وتعارضها مع طرق الميكنة، سواء في الزراعة أو الخدمة أو الحصاد، وبالتالي تحتاج إلى عمالة مكثفة.

### طريقة أحواض السبخة المغمورة:

تم تجربة العديد من تصميمات الأحواض المغمورة بنجاح على أرض السبخة الملحية في (أبو ظبي)، وتم تعديل التصميم؛ بحيث تستفيد من حركة المد والجذر بدلاً من استخدام المضخات في غمر الأحواض بالحقل، وتم تجربته بمنطقة الجبيل بالسعودية. وأراضى السبخة عادة أراضٍ سلتية، وذات معدل رشح منخفض (نفاذية أقل)، لدرجة أنه يمكن غمر مساحة 1 هكتار أو أكثر من مأخذ رى واحد؛ حيث إن حقل السبخة لا يكون مقسمًا إلى أحواض منفصلة، ولكن المساحة كلها أرض سبخة، يمكن غمره إلى عمق 2 - 5 سم مرة واحدة.

وفي هذه الطريقة، يتم إحاطة الحقل بحاجز ضيق من التربة، ويوزع داخل الحاجز وعلى عمق 1م أنبوبة رى، يمر منها مياه البحر أثناء المد؛ لتغمر قنوات الرى بعمق نصف متر؛ لتوزع مياه هذه القنوات على أبعاد 10 أمتار؛ حيث تحمل المياه إلى مهد النباتات. كما يتم عمل بوابة للتحكم في مستوى الماء في الحقل، ولغمر الحقل تقفل البوابة، ويسمح لمياه البحر - سواء نتيجة لحركة المد أو باستخدام مضخة - بالمرور في أنبوب الرى الرئيسة، ومنها إلى قنوات الرى وخطوط النباتات، ولصرف المياه من الحقل، تفتح البوابة، ونظرًا لعدم انتظام المد والجذر، فإن الأمر يحتاج إلى مضخة غالبًا.

وتم تجربة هذه الطريقة بنجاح في زراعة المانجروف Mangrove، والسالكورنيا في (أبو ظبي)؛ حيث نمت على أرض سبخة، وباستخدام مياه البحر 50 جم ملح / لتر في الرى. وتم تخفيض ملوحة التربة قبل الزراعة من 80 - 120 جم / لتر في طبقة 10سم، بالغسيل بمياه البحر خلال أسبوع واحد، باستخدام 3 دورات غمر وصرف متتالية؛ حيث انخفضت الملوحة إلى 50 جم / لتر.. وكان يتم الرى كل 2 - 3 أيام صيفًا، وكل 4 - 5 أيام شتاء.

ويجدر الذكر أن معظم الماء المستخدم يفقد في الصرف السطحي؛ ولذلك فإن كفاءة استخدام الماء منخفضة؛ ولهذا التصميم يصلح فقط في حالة الأرض السبخة، التي يمكن فيها الاعتماد على مياه المد والجذر في الرى، دون الحاجة إلى استخدام مضخات.

### أحواض الغمر الكبيرة:

هى أكثر الطرق المستخدمة في الرى السطحي، وتم إقامة هذه التجربة على أرض رملية لومية في خليج Kimo بالمكسيك؛ حيث تم زراعة السالكورنيا كمحصول بذور زيتى على مساحة 20 هكتارًا كمزرعة تجارية منذ عام 1986.

وتم استخدام بئر ماء البحر في الري من 5 - 10 أيام بعد الإنبات، وكمية الماء المستخدمة كانت 3 - 4 أمتار / 200 يوم للمحصول. وهذا المعدل يقع في حدود معدلات المحاصيل التقليدية، ولكن تعتبر كفاءة الري قليلة نسبياً؛ لأن حوالى نصف الماء المضاف يفقد بالصرف تحت منطقة الجذر.

### الري بالرش المحورى:

الري بالأذرع المتحركة تم تعديله لاستخدام ماء البحر، وتم اختباره في مزرعة بالجيبيل بالسعودية، وتم تجربته على مدى أوسع، حوالى 300 هكتار في مزرعة مخصصة للري بمياه البحر في رأس الزور بالسعودية.

وقد تم زراعة السالكورنيا، حيث يمكن استخدام الري بالرش بماء البحر في أول 100 يوم (حتى مرحلة تكوين الأزهار)، ثم تستخدم أنابيب تنقيط، توضع على رأس كل نقاط؛ لتوصيل المياه إلى مستوى الأرض بجوار النباتات النامية، وكمية الماء المستخدم في الري والغسيل كانت حوالى 2 - 3 طول فترة نمو المحصول 250 يوماً (حوالى 1.25-1.5 مدة قدر معدل البخر). والآلات والأنابيب المستخدمة في هذا النظام، يجب أن تكون مقاومة لتأثير ماء البحر، وفي حالة إذا ما احتاج محصول الهالوفيت للري يومياً، يجب ألا يزيد حجم المزرعة عن 50 هكتاراً.

### الري بالتنقيط:

يتم استخدام طريقة الري بالتنقيط، باستخدام مياه البحر؛ لري شجيرات القطف Atriplex shrubs، وتم الحصول على محصول حيوى عالٍ، ولم تظهر مشاكل تجمع الأملاح وانسداد النقاطات؛ حيث يتم الري باستمرار يومياً، وكذلك يقل تراكم الملح أكثر عند دفن النقاطات في التربة، بدلاً من وضعها على سطح التربة.

ومن الخبرات المتراكمة، تبين أن الري بمياه البحر يتوقف نجاحه على كفاءة نظام الري المستخدم، وكنتيجة لانخفاض كفاءة الري، تستخدم كميات كبيرة من مياه البحر، على ألا يسمح باستنزاف المياه حتى تصل إلى نقطة الذبول بين الريات؛ لأنه في هذه الحالة، سوف يكون تركيز الملح عالياً جداً في منطقة الجذور؛ مما يؤثر على المحصول، بل يجب أن تحفظ رطوبة التربة قريبة من السعة الحقلية عند أى وقت، وهذا يعنى أن كفاءة كل رية يجب أن تكون مرتفعة قدر الإمكان.



### استخدام النباتات الحبة للملحة كعلف للحيوان :

نباتات الهالوفيت معروفة بأنها مصدر تقليدي لتغذية الحيوان، بالرغم من بعض المشاكل التي تصاحبها، مثل احتوائها على تركيزات عالية من الأملاح، ومحتواها القليل من الطاقة، وانخفاض مدى الاستساغة من قبل الحيوان، مقارنة بالأعلاف التقليدية. وحتى تكون زراعة الهالوفيت مجدية اقتصادياً، يجب أن يكون أداؤها كأعلاف أكبر، أو على الأقل مساوياً للأعلاف التقليدية، وقد أثبتت العديد من الدراسات أنه في ظل عدم توفر الأعلاف الكافية للحيوان، خاصة في ظروف المناطق الصحراوية، فإن أصنافاً معينة تم زراعتها بنجاح، ويمكن استخدامها كبديل للأعلاف.

ويجب أن نراعى أنه في حالة استخدام الهالوفيت كأعلاف، فقد تحتاج الحيوانات زيادة استهلاك مياه الشرب، وقد يصاحب ارتفاع نسبة استهلاك العلف لكل وحدة زيادة في وزن الحيوان؛ وذلك نتيجة لزيادة المحتوى المعدني في الهالوفيت، وعندما نستخدم الهالوفيت بكفاءة مع خليط مكونات العليقة، فإن الزيادة في الوزن وخصائص الذبيحة المغذات على مكونات عليقة تتضمن الهالوفيت، يكون مساوياً لتلك المغذات على الأعلاف التقليدية. ومن أكثر نباتات الهالوفيت التي درست واستخدمت كعليقة، هو صنف السالكورنيا والقطف، كما يتضح من الجدول المرفق. وأظهرت النتائج بجامعة أريزونا على الأغنام، أنه يمكن استخدام السالكورنيا (بذور - وساق)، وكذلك القطف، كبديل للعلائق المصنعة من حشائش البرمودا، أو علف بذرة القطن. ويتم زراعة السالكورنيا (نبات عصاري) لإنتاج بذور الزيت والقش، ويمكن استخلاص الزيت بعصر البذور، ويتبقى مواد عضوية خالية من الأملاح، ويمكن استخدامها في علائق الحيوان، كما يمكن استخدام الزيت كمصدر عال للطاقة في تغذية الحيوان، خاصة الدواجن. ومن الجدير بالذكر، أن المواد المتبقية بعد استخراج الزيت تحتوى على 33 - 43% بروتين خام (حيث تتوقف هذه النسبة على مقدار الزيت بعد العصر).

وقد تحتوى الحبة على كمية من مادة الصابونين، التي تتعارض مع تغذية الدواجن، ولكنها مصدر مقبول للبروتين، وتصلح تغذية للحيوانات المجترة. ويحتوى قش السالكورنيا على 30 - 40% رماد معدني، وكمية قليلة من البروتين 4 - 6%. ومكونات الألياف يمكن هضمها بسهولة، ولوحظ أن معدل نمو الحيوانات المغذات عليها يكون مساوياً للمجموعة نفسها التي تم تغذيتها على عليقة حشائش الروادس والبرمودا الساحلية، وقش القمح، أو خليط بين قش القمح مع البرسيم، طالما أن عليقة الحيوان متزنة في محتواها من البروتين والطاقة.

ويمكن إزالة الملح من القش، بنقعه في ماء البحر لمدة ساعة؛ لإذابة الأملاح من عصارة الخلايا، ثم يتم صرف الماء وضغط القش؛ لإنقاص الرطوبة إلى 50% أو أقل، ويكون الناتج عادةً محتويًا على 10% كلوريد الصوديوم.

ويوضح أداء الأغنام المغذاة على مكونات أعلاف الهالوفيت (جامعة أريزونا). ومعاملات المقارنة المكونة من:

1- 30 % حشائش البرمودا الساحلية + 10% كسب بذرة القطن.

2- 30% عليقة القطف و 10% بذور السالكورنيا، وكانت جميع العلائق تحتوي على 10% مولاس + 50% بذور السورجم (عدد حيوانات التجربة 6 غنم / معاملة)، بالمقارنة بقش السالكورنيا، يحتوي قش القطف على 20 - 30% أقل من محتوى الرماد، وعلى 10 - 25% أكثر من البروتين، وتختلف القيمة الغذائية طبقًا لصنف الهالوفيت ووقت الحصاد، والجزء من النبات الذي تم حصاده، وقد خلصت إلى بعض التوصيات اللازمة للحصول على الاستفادة القصوى من أعلاف الهالوفيت، والتي تنمى على مياه البحر، بأنه يجب تجفيفها، ثم قطعها إلى أحجام صغيرة، وخلطها في مكونات عليقة، مع الأخذ في الاعتبار أن محتوى العليقة يحتوي على مصدر كافٍ من الطاقة والبروتين، وألا يزيد محتوى الملح عن 10% في العليقة الكلية.

ونخلص من هذه النتائج إلى أنه يمكن استخدام تقنية رى واستزراع أصناف الهالوفيت، باستخدام مياه البحر؛ لتنمية المناطق الصحراوية الساحلية، وإنتاج أعلاف حيوانية، وتغذية الحيوان عليها، والحصول على منفعة اقتصادية واجتماعية في هذه المناطق.

### رى المحاصيل بمياه البحر:

تعتبر مشكلة المياه من أهم المشاكل والتحديات التي يمكن أن تواجه البشرية في المستقبل القريب، ومن الواضح أن هذه الأزمة آخذة في الاستفحال، ولعل ذلك ما تدعّمه النشرات الدولية والعالمية، وهناك مؤشرات على أن ثلثي سكان العالم سيعانون من نقص موارد المياه بحلول عام 2025م.

وتستهلك الزراعة فقط نحو 70% من موارد المياه العذبة في العالم، وذلك رغم التقنيات العديدة المطبقة هنا وهناك. ونتيجة لكل المعطيات السابقة، بدأ الإنسان البحث عن مصدر بديل لا ينضب من المياه لرى النبات، واتجه صوب مياه البحر؛ لعله يجد ضالته المنشودة.

لا شك أن معظم الكائنات الحية التي تعيش على كوكبنا، تعتمد في غذائها على النباتات المسقية بمياه الأمطار، أو المياه العذبة من الأنهار، أو المصادر الأرضية الأخرى، ولا تستطيع أى من النباتات الخمسة الرئيسة التي يقات عليها الإنسان (القمح والذرة والأرز والبطاطا وفول الصويا)، أن تتحمل الملوحة؛ فبتعريضها لمياه البحر، تنكمش وتذبل، ثم تموت خلال أيام.

وتواجه البشرية مشكلة أساسية، تتمثل في توفير الكفاية من الأراضي والمياه؛ لتلبية متطلبات العالم من الغذاء، فمن أجل الأعداد المتنامية لسكان المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية خلال العقود القادمة، تقدر منظمة الفاو FAO الحاجة إلى نحو 2 مليون كم<sup>2</sup> كأراضٍ جديدة للزراعة، وحتى الآن لا يتوافر لتلك الشعوب للامتداد الزراعي إلا نحو 0.93 مليون كم<sup>2</sup>، الجزء الأكبر منها تغطيه الغابات التي يجب حمايتها؛ مما يعنى حاجتنا إلى مصادر بديلة من المياه والأراضي للزراعة.

ومن هنا، تم الاتجاه لجدوى الزراعة بمياه البحر، وقد تبين أنها تصلح جيداً في الترب الرملية من البيئات الصحراوية، وتعرف هذه الزراعة «بأنها تنمية المحاصيل المتحملة للملوحة في أراض تستغل فيها المياه التي تضح من المحيطات»، ولا شك أن مياه البحر لا تتناقص؛ إذ إن 97٪ من مياه كوكبنا هي في المحيطات، كما أن الصحارى واسعة الانتشار؛ إذ إن 43٪ من المساحة الكلية لليابسة هي أراض جرداء أو شبه جرداء، ولكن جزءاً يسيراً منها قريب من البحر؛ بما يهيئ لجعل الزراعة بمياهه مجدية، ويفترض بأن نحو 15٪ من الأراضي غير المستغلة في الصحارى، يمكنها أن تناسب زراعة المحاصيل بالمياه المالحة، أى نحو 3,1 مليون كم<sup>2</sup> من الأراضي الجديدة، التي يمكن استغلالها في إنتاج الغذاء الأساسى، من دون اجتثاث الغابات، أو التعدى على المياه العذبة الشحيحة.



(الصورة توضح أنواعاً من الأشنان glasswort، والساليكورنيا بايجيلوفى Salicornia bigelovii، التى تنمو - عادة - فى المستنقعات الشاطئية. وبسبب قابليتها للازدهار فى مياه البحر تُعدّ نباتات الأشنان من أكثر المحاصيل المبيّرة حتى الآن للنمو باستعمال الرى بمياه البحر، على طول الشواطئ الصحراوية؛ حيث إنها يمكن أن تُؤكل من قِبل الماشية، كما يُستخرج من بذورها زيت له مذاق البندق.

تُعدّ الزراعة بمياه البحر فكرة قديمة، وقد حظيت بالاهتمام الجدى لأول مرة بعد الحرب العالمية الثانية. فى عام 1949 ذهب كل من (H. بويكو) المتخصص فى البيئة و(E. بويكو) المتخصصة فى البستنة، إلى مدينة إيلات على البحر الأحمر؛ لاستحداث بيئة ريفية خضراء، يمكن أن تجذب المستوطنين. ونظراً لشح المياه العذبة، لجأ هذان الزوجان إلى استعمال مياه الآبار المالحة، أو تلك التى يجرى ضخها مباشرة من البحر، وأوضحا أن العديد من النباتات تستطيع النمو فى الترب الرملية، إلى ما يتجاوز حدودها الطبيعية لتحمل الملوحة.

[انظر: "Salt-water Agriculture," by Hugo Boyko; Scentific American, March 1967].

[1967].

وعلى الرغم من أن العديد من أفكار الزوجين "بويكو"، حول كيفية تحمّل النباتات للملوحة، لم يتح لها الوقت الكافي للتجريب، فإنها أثارت اهتمامًا واسع الانتشار - بمن فيهم اهتمامنا نحن - بهدف تخطي عوائق الملوحة التي تواجه الزراعة التي تروى بالطرق التقليدية.

ولكي تكون الزراعة بمياه البحر مجدية من حيث الكلفة، يتعين أن تحقق شرطين:

1- أن تنتج محاصيل مفيدة بمرود عالٍ؛ بما يكفي لتبرير تكاليف ضخ مياه الري من البحر.

2- ضرورة تطوير الباحثين تقنيات زراعية لتنمية محاصيل مروية بمياه البحر بطريقة مستدامة، ومن دون الإضرار بالبيئة. وقد ثبت أن تذليل هاتين العقبتين مهمة جسيمة، ولكننا حققنا في ذلك بعض النجاح.

### محاذير استخدام مياه البحار في الري:

لا يجوز استخدام مياه البحار في الري في الحالات التالية:

1- في الأراضي التي تحوى خزانات مياه جوفية عذبة؛ وذلك خشية تسرب الأملاح إلى المياه العذبة.

2- في الأراضي التي لا تعاني من التملح، أو الأراضي التي تتميز بمعدل ملوحة يقل عن ملوحة مياه البحر.

3- في الأراضي التي يمكن أن تسرب الأملاح إلى أراضٍ أخرى تحوى خزانات مياه جوفية.

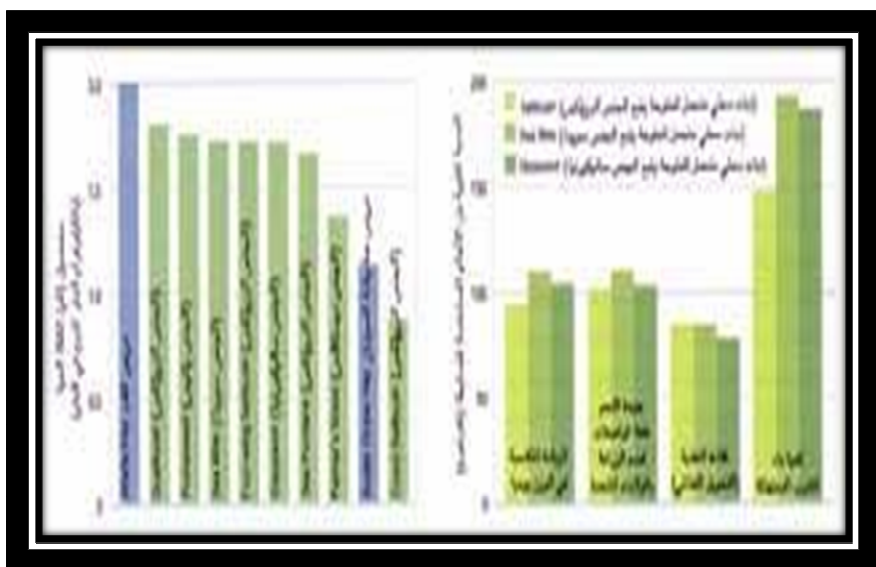
### المحاصيل الملحية:

لقد اتخذ تطوير الزراعة بمياه البحر مَنَحَيْنَ؛ إذ حاول بعض الباحثين إدخال صفة تحمّل الملوحة إلى بعض المحاصيل التقليدية كالقمح والشعير. وعلى سبيل المثال، أوضح فريق أبحاث (E. إيبشتاين) في جامعة كاليفورنيا بديفز - منذ وقت بعيد يعود إلى عام 1979 - أن سلالات الشعير التي تكاثرت عدة أجيال بوجود مستويات منخفضة من الملح، استطاعت إنتاج مقادير صغيرة من الحبوب عند ربيها بمياه البحر ذات الملوحة الزائدة نسبياً. ولسوء الطالع، فإن الجهود اللاحقة التي بُذِلَتْ لزيادة درجة تحمّل الملوحة لدى بعض المحاصيل التقليدية - من خلال الاستنبات الانتقائي selective والهندسة الجينية (الوراثية) genetic engineering، التي عن

طريقها تضاف جينات تحمل الملوحة إلى النبات مباشرة - لم تُنتج سلالات مرشحة بجدارة للرى بمياه البحر.

لقد تمثل منهجنا في استخدام نباتات برية متحملة للملوحة، تدعى النباتات الملحية (halophytes): النباتات التي تنمو في الترب الملحية؛ بقصد استعمالها محاصيل غذائية أو علفية (forage crops): المحاصيل النباتية المروية المستعملة كأعلاف للماشية، والتي يتم جمعها وهي خضراء)، أو زيتية. وقد بدا لنا منطقياً أن تغيير الأساس الفيزيولوجي لأى محصول تقليدى - من حساس للملوحة إلى متحمل لها - سيكون أمراً صعباً؛ وعليه فإنه من الأجدى استعمال نبات برى متحمل للملوحة.

وفي عام 1978، بدأنا تجاربنا على أكثر النباتات تبشيراً بالنجاح في الصحراء الساحلية لپورتو پيناسكو، عند الساحل الغربى للمكسيك .. فكنا نروى النباتات يومياً بغمر الحقل بمياه البحر العالية الملوحة (40 ppt)، والمأخوذة من خليج كاليفورنيا. ولما كان معدل هطول الأمطار لا يتجاوز 90 ملليمترًا في السنة في پورتو پيناسكو - وبسبب قيامنا بغمر أحواض زراعاتنا التجريبية من الأرض بعمق إجمالى سنوى يقدر بنحو 20 مترًا أو أكثر من مياه البحر - فقد كنا واثقين من أن نمو النباتات اعتمد بصفة شبه كاملة على مياه البحر (قمنا بحساب معدل هطول المطر والرى، تبعاً للعمق بالأمطار للمياه التي تسقط على الحقول، بدلاً من الأمطار المكعبة التي هي مقياس للحجم).



تتطلب الزراعة بمياه البحر تقنيات زراعية، تختلف عن الزراعة بالمياه العذبة. فمن أجل تنمية الشجيرة الملحية (saltbush) (الأتريلكس Atriplex)، باعتبارها نباتًا متحملًا للملوحة، يمكن استعماله لتغذية الماشية، يجب أن يغمر المزارعون المستخدمون لمياه البحر حقولهم مرارًا. يضاف إلى ذلك أن روافع الري (في الوسط) يجب أن تكون مبطنة بالأنايب البلاستيكية؛ لحمايتها من الصدأ عندما تلامس المياه المالحة. ولكن بعض التقنيات يمكن أن تبقى كما هي، فمثلاً تُستخدم التجهيزات المعيارية نفسها لجنى بذور الساليكورنيا في اليمين.

وعلى الرغم من التفاوت في كميات المحصول بين الأنواع النباتية، فإن أكثر النباتات الملحية إنتاجًا، أعطت ما بين 1 و2 كجم من الكتلة الجافة الحية (الحيوية) (dry biomass: الوزن الكلي الجاف للكائنات الحية في وحدة المساحة) للمتر المربع - وهذا ما يعادل تقريبًا نتاج القث (الفصة / البرسيم الحجازي) alfalfa، المروية بالمياه العذبة. ولقد كان من بين أكثر النباتات الملحية تحملًا للملوحة وعطاء في الإنتاج، الأنواع الشجرية المسماة الساليكورنيا (الأشنان Salicornia) (البقلة البحرية sea blite) والأتريلكس Atriplex (الشجيرة glasswort) والسويدا Suaeda (البقلة البحرية sea blite) والأتريلكس Atriplex (الشجيرة الملحية salt bush) من العائلة السرمقية Chenopodiaceae، التي تشتمل على نحو 20 ٪ من أنواع النباتات الملحية كافة. هذا وقد أعطت إنتاجية عالية تلك الأعشاب المتحملة للملوحة، مثل الديستيكس Distichlis والأعشاب الكرمية المفترشة للأرض ذات الأوراق العصبية، مثل الباتيس Batis. (وهذان النباتان لا يعتبران من العائلة السرمقية Chenopodiaceae، وإن كانا ينتميان إلى عائلتي القبا Poaceae والباتيدياسى Batidaceae على التوالي).

ولتحقيق المتطلب الأول لجدوى كلفة الزراعة بمياه البحر، كان يجب أن نبين إمكان إحلال النباتات الملحية محل المحاصيل التقليدية من أجل استعمال معين، وعليه فقد قمنا باختبار مدى صلاحية النباتات الملحية لتغذية الماشية؛ انطلاقًا من أن توفير الكفاية من العلف لقطعان الماشية والأغنام والماعز، يُعدّ واحدًا من أكثر المشكلات الزراعية تحديًا في الأراضي الجافة من العالم؛ فحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة، فإن 46 ٪ من هذه الأراضي تدهورت بسبب الرعي الجائر. ويتصف العديد من النباتات الملحية باحتوائها على مستويات عالية من البروتين والكربوهيدرات القابلة للهضم. ولسوء الطالع، فإن هذه النباتات تحتوي كذلك على كميات كبيرة من الملح؛ إذ يشكل تراكم الملح فيها أحد أساليبها للتلاؤم مع البيئة المالحة. ونظرًا لانعدام السعرات الحرارية (الكالوريات) في الملح، مع احتلاله حيزًا ضمن الخلية - فإن كميته العالية في النباتات الملحية تقلل من قيمتها الغذائية .. كما أن الملوحة العالية لهذه النباتات تحد

من المقادير التي يستطيع الحيوان أكلها .. وتُعدّ النباتات الملحية عادة «نباتات رعوية احتياطية»، لا تلتفت إليها الحيوانات في حالات الرعى الحر، إلا عندما تختفى النباتات الأكثر استساغة منها.

لقد تمثلت خطتنا في إدخال النباتات الملحية جزءاً من عليقة (خلطة غذائية) للماشية، بحيث تحل محل دريس العلف hay forage، مكونة بذلك نسبة تتراوح بين 30 و 50 ٪ من الاستهلاك الغذائي الكلي للأغنام والماعز (وهذه النسب هي المستويات النموذجية للعلف المستعمل في تسمين حيوانات الذبح). لقد وجدنا أن الحيوانات التي اقتاتت العلائق المحتوية على الساليكورنيا والسويدا والأتريلكس قد حققت زيادة في الوزن، تماثل تلك التي حققتها الحيوانات التي اقتاتت علائق تحتوي على الدريس. وعلاوة على ذلك، فإن نوعية لحم حيوانات الاختبار لم تتأثر بتناولها عليقة غنية بالنباتات الملحية. وعلى النقيض من مخاوفنا الأولية، فإن الحيوانات لم تُبدِ صدوداً لتناول العلائق المخلوطة بالنباتات الملحية؛ بل إنها في الواقع بدت منجذبة للمذاق الملحي، ولكن الحيوانات التي تغذت بهذه العلائق الغنية بنباتات ملحية، شربت من الماء أكثر من مثيلاتها التي تغذت بالدريس؛ تعويضاً عما تناولته من ملح زائد .. كما أن نسبة التحويل الغذائي feed conversion ratio لدى حيوانات التجربة (بمعنى كمية اللحم التي أنتجتها في مقابل كل كجم من العلف)، كانت أدنى بنسبة 10 ٪ عن الحيوانات التي تغذت بالعليقة التقليدية.

### الزراعة من أجل الزيت:

لقد وجدنا أن نبات الساليكورنيا بايجيلوفيا *Salicornia bigelovii* هو أكثر النباتات الملحية تبشيراً بالنجاح؛ فهو نبات حولي عديم الأوراق وعصيري (succulent): نبات كثير العصارة وذو أنسجة لحمية غضة، يستوطن المستنقعات المالحة، محتلاً مساحات جديدة في الأراضي الموحلة، من خلال إنتاجيته العالية للبذور. وتحتوي هذه البذور على نسبة عالية من الزيت (30 ٪)، والبروتين (35 ٪)، مماثلة في ذلك - إلى حد بعيد - لفول الصويا ومحاصيل البذور الزيتية الأخرى، كما أن محتواها الملحي أقل من 3 ٪. ويتميز ذلك الزيت بتعدد الروابط غير المشبعة، مشابهاً زيت العصفر safflower في مكوناته من الحموض الدهنية (الدسمة). ويمكن لهذا الزيت أن يُستخلص من البذور، وينقى باستعمال تجهيزات تقليدية؛ وهو زيت غذائي، ذو طعم طيب، يشبه طعم البندق، وذو قوام شبيه بزيت الزيتون. ولكن به هِنة صغيرة،



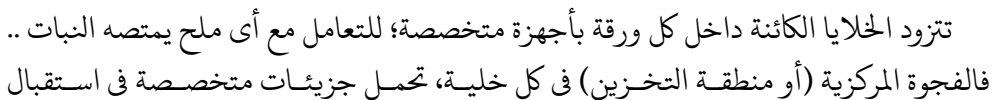
تتمثل في احتواء البذور على مركبات الصابونين saponin المرّة المذاق، والتي تجعل البذور الخام غير مستساغة. وهذه المركبات لا تلوث الزيت، لكنها قد تبقى في الكُسْبَة بعد استخلاص الزيت. وهكذا، فإن مركبات الصابونين هذه تحد من كمية الكُسْبَة التي يمكن إدخالها في عليقة الدجاج .. إلا أن تجارب تغذية الحيوان أظهرت أن كسبة بذور الساليكورنيا، يمكن أن تحل محل كسبة البذور التقليدية في المستويات التي تُستعمل عادة موادّ بروتينية في عليقة الماشية .. وهكذا فإن كل جزء من أجزاء هذا النبات قابل للاستعمال والاستفادة منه.

لقد شاركنا في إنشاء عدد من مزارع الساليكورنيا كنماذج تمهيدية، تصل مساحتها إلى 250 هكتاراً في المكسيك، ودولة الإمارات العربية المتحدة، والمملكة العربية السعودية، والهند. وفي غضون ستة أعوام من التجارب الحقلية في المكسيك، بلغ معدل المحصول السنوي للساليكورنيا 1.7 كجم كتلة حية إجمالية، و0.2 كجم من الزيت لكل متر مربع. وهذا الكم من المحصول يساوي - أو يفوق - مردود فول الصويا ونباتات البذور الزيتية الأخرى المنماة باستخدام المياه العذبة. إضافة إلى ذلك، أوضحنا إمكان تعديل أجهزة الري في المزارع العادية تعديلاً يحميها من التخريب الملحي الناجم عن استعمال مياه البحر. وعلى الرغم من اختلاف خطط الري باستخدام مياه البحر عن تلك التي تستعمل لمحاصيل المياه العذبة، فإننا لم نصادف أية صعوبات هندسية لا يمكن التغلب عليها، عند الانتقال من الاختبارات الحقلية إلى المزارع النموذجية الاختبارية.

وفي الحالة العادية، لا تروى المحاصيل إلا عندما تجف التربة حتى نسبة تقارب 50 ٪ من سعتها الحقلية، (field capacity: نسبة الرطوبة المتبقية في التربة بعد طرح الماء الزائد بفعل الجاذبية الأرضية)، وهي مقدار الماء الذي تستطيع التربة الاحتفاظ به. وعلاوة على ذلك، فإن المزارعين الذين يروون بالمياه العذبة يضيفون فقط كمية الماء اللازمة لتعويض ما استهلكته النباتات؛ وعلى النقيض من ذلك، فإن الري بمياه البحر يتطلب رِيًّا غزيراً، قد يتكرر يومياً؛ وذلك لمنع تراكم الملح في منطقة الجذور إلى الحد الذي يثبط النمو.

في أولى تجاربنا الحقلية، استعملنا من مياه البحر ما يعادل (20 متراً في السنة)، وهو أكثر بكثير مما يمكن استعماله اقتصادياً؛ ولهذا فقد بدأنا في عام 1992 بإجراء اختبارات لتحديد المقدار الأدنى من مياه البحر اللازمة للري لإنتاج محصول جيد، فقمنا خلال سنتين من التجارب الحقلية بتنمية نباتات الساليكورنيا في صناديق من التربة مطمورة في قطع أرض حرة الري، مزروعة بالنبات نفسه. ونذكر هنا أن الصناديق - التي يطلق عليها الليزومتيرات

### تشرح النباتات الملحية :



وتجميع أيونات الصوديوم ( $\text{Na}^+$ ) بالتحديد، ثم يليها أيونات الكلور ( $\text{Cl}^-$ ).. فيعمل التركيز العالي لأيونات الصوديوم والكلور على جذب الماء؛ الأمر الذي يحافظ على الضغط الانتباجي  $\text{turgor pressure}$  للخلية.

لقد طوّرت بعض النباتات المتحملة للملوحة أو النباتات الملحية (halophytes)، آليات خاصة - على مستوى الجذور والأوراق والخلايا - للنمو بكفاءة في وجود مياه البحر. فالحلايا التي تؤلف الطبقة الخارجية أو البشرة (epidermis) في كل جذير rootlet، تكون غير نفاذة لملاح كلوريد الصوديوم تقريباً. وعلاوة على ذلك، تحتوي الطبقة الداخلية الأدمة الباطنة (endodermis) على طبقة شمعية بين كل خلية؛ لتجبر الماء على المرور خلال الخلايا، فتطرد مزيداً من الملح إلى الخارج.

### هل يمكن أن تكون الزراعة بمياه البحر اقتصادية؟

أولاً: إن أكبر تكاليف الزراعة بمياه البحر تكمن في ضخ المياه نفسها: وتتناسب نفقات الضخ هذه مع كميات المياه التي يتم ضخها، والارتفاع اللازم صعودها إليه. ومع أن النباتات الملحية تحتاج إلى كميات من المياه تفوق حاجة المحاصيل التقليدية، فإن المزارع القريبة من مستوى البحر، تتطلب رفعاً للمياه، يقل عما تحتاج إليه مزارع المحاصيل التقليدية، التي غالباً ما ترفع الماء من آبار، يزيد عمقها على 100 متر. ونظراً لأن ضخ مياه البحر عند مستوى البحر أرخص كلفة من ضخ المياه العذبة من الآبار، فلا بد أن تكون الزراعة بمياه البحر مجدية التكاليف في المناطق الصحراوية، حتى ولو كان مردودها أقل منه في الزراعة التقليدية بالمياه العذبة.

عموماً لا يتطلب الري بمياه البحر تجهيزات خاصة؛ فالمزارع الاختبارية الكبرى، استعملت إما الري بغمر أحواض واسعة، أو الري برشاشات على روافع متحركة moving booms، وهذه الطريقة الأخيرة تُستعمل في إنتاج العديد من المحاصيل. وعند استعمال مياه البحر، يتم إدخال أنبوب بلاستيكي في الرافع؛ بحيث يمتنع تماس مياه البحر مع المعدن. هذا وقد تم جني بذور الساليكورنيا بنجاح باستعمال حصّادات درّاسة عادية، أُعدت لاستبقاء أكبر قدر ممكن من البذور الصغيرة جداً، والتي يقارب وزنها مليجراماً واحداً فقط.

ومع ذلك، فإن الساليكورنيا - التي تمثل ذروة نجاحنا حتى الآن - لا تعتبر النبات المثالي؛ فهذه النباتات تنزع نحو الرقاد (تستلقي منبسطة أفقياً في الحقل) عند اقتراب الحصاد، ويمكن للبذور أن تتبعثر (تنتثر قبل حصادها).. يضاف إلى ذلك، أن البذور التي يمكن جمعها من

الساليكورنيا تبلغ نحو 75 ٪ فقط، مقارنة بما يزيد على 90 ٪ لمعظم المحاصيل. وعلاوة على ذلك، فإنه لدعم فرص الإنتاجية العالية من محصول البذور، يتعين إنماء الساليكورنيا مدة تقارب 100 يوم في درجات حرارة منخفضة قبل إزهارها. ويقتصر إنتاج هذا المحصول حاليًا على المناطق شبه الاستوائية، ذات الشتاء البارد والصيف الحار، مع أن أوسع مساحات الصحارى الساحلية في العالم تقع في المناطق الاستوائية الأشد حرارة نسبيًا.

ثانيًا: لجعل تكلفة الزراعة بمياه البحر ذات جدوى، يجب الاستدامة sustainability على المدى الطويل: ولكن تلك الاستدامة ليست مشكلة تقتصر على الري باستعمال مياه البحر؛ ففي الواقع، لا تفلح العديد من مشاريع الري التي تُستعمل فيها المياه العذبة في اجتياز اختبار الاستدامة بنجاح؛ فغالبًا ما يطبق في المناطق القاحلة الري بالمياه العذبة في أحواض من الأرض ذات صرف محدود؛ الأمر الذي يقود إلى زيادة تملح المياه في طبقات ما تحت التربة بالحقول. إن ما بين 20 و24 ٪ من أراضي العالم المروية بالمياه العذبة، تعاني زيادة تركيز الملح في منطقة الجذور.. وعند استفحال المشكلة، يجب أن ينشئ المزارعون نُظُمًا للصرف المغطى باهظة التكاليف، وقد يؤدي التخلص من مياه الصرف المتجمعة فيها إلى خلق المزيد من المشكلات. وكمثال على ذلك، فإن فضلات المياه التي ترشحت (تصرفت) في الأراضي الرطبة بوادي سان جواكان في كاليفورنيا، قد أدت إلى موت الطيور المائية وتشوهها؛ بسبب التأثيرات السامة لعنصر السيلينيوم.. ذلك العنصر الذي يتواجد بصورة تقليدية في تُرْبَ غرب الولايات المتحدة الأمريكية، ولكن استمرار تجمعها قد تسبب في رفع تركيزاته إلى مستويات عالية في مياه الصرف.

إن الزراعة بمياه البحر ليست بالضرورة بمعزل عن مثل هذه المشكلات، لكنها تقدم - بالتأكيد - بعض المزايا؛ ففي المقام الأول تتمتع المزارع الصحراوية الساحلية المقامة على الترب الرملية عمومًا، بصرف مرتد نحو البحر بلا عوائق.. فلقد قمنا خلال مدة تزيد على عشر سنوات - وعلى نحو مستمر - برى الحقول ذاتها بمياه البحر، من دون حدوث تراكم للماء والأملاح في منطقة الجذور. ومن ناحية أخرى، فإن الطبقات المائية في المناطق الصحراوية المالحة (الداخلية والساحلية)، غالبًا ما تكون قد ارتفعت فيها تراكيز الملح بالفعل؛ وبذلك فهي لن تُضارَ بمياه البحر.

ثالثًا: إن الترب المتأثرة بالأملح - والتي نقترح البدء بزراعتها بمياه البحر - غالبًا ما تكون جرداء أو شبه جرداء؛ وعليه فإن إنشاء مزرعة تروى بمياه البحر، يمكن أن يكون تأثيرها في النظم البيئية الحساسة أقل بكثير من تأثير الزراعة المألوفة التقليدية.

ومع ذلك لا يوجد أى نشاط استزراعى كامل السلامة، خال من الأخطار. فعلى سبيل المثال، أدت مزارع الربيان (القريدس) الساحلية الواسعة النطاق، إلى انتشار نباتات طحلبية *algal*، وسببت مشكلات مَرَضِيَّة في الأنهار والخلجان التي تتلقى فضلات تلك المزارع من مياه غنيّة بالغُدَيَات (المغذيات). وثمة مشكلة مشابهة، يمكن أن نتوقعها من مزارع النباتات الملحية الواسعة النطاق، تنجم عن الكميات الكبيرة من ماء الصرف العالى الملوحة، والمحتوى على الأسمدة غير المستعملة، والذي تجرى إعادته إلى البحر مرة أخرى في نهاية المطاف. إلا أنه يمكن لمزارع مياه البحر أن تكون - من جهة أخرى - جزءًا من حل لهذه المشكلة، إذا ما تم تحويل المياه القادمة من مزارع الربيان إلى مزارع النباتات الملحية، بدلًا من إلقيها مباشرة في البحر؛ ذلك أن محصول النبات الملحي سيستعيد العديد من الغُدَيَات في هذه المياه، مقللاً من كمياتها. ولقد أنشأنا أولى مزارع النباتات الملحية الاختبارية هذه في المكسيك؛ بقصد تكرير (إعادة تدوير) *recycle* المياه المطروحة من مزارع الربيان؛ وهناك بحث آخر - قيد الإنجاز - يدور حول ربط الزراعة المائية البحرية بمزارع النباتات الملحية.

لقد جرى - بالمثل - اقتراح المزارع الملحية كأسلوب لتكرير مياه الصرف الزراعى الغنية بالسيليونيوم، والمتجمعة في وادى سان جواكوين بكاليفورنيا. ويعد السيليونيوم بمستويات منخفضة أحد المغُدَيَات الأساسية، ولكنه يصبح سامًا في مستوياته المرتفعة. وتأخذ النباتات الملحية النامية على مياه الصرف في هذا الوادى حاجتها من السيليونيوم، بالقدر الذى يجعلها صالحة لتغذية الحيوان، من دون أن يصل إلى مرحلة السمية.

### هل يمكن للزراعة بمياه البحر ذات يوم أن تُطبَّق على نطاق واسع؟:

لقد كان الهدف - في أواخر السبعينيات - هو إثبات جدوى ذلك النوع من الزراعة؛ والتوقع أن نشهد له تطبيقًا تجاريًا في خلال عشر سنوات، إلا أنه بعد انقضاء عشرين عامًا، لا تزال الزراعة بمياه البحر في مراحلها الأولية من التنامى التجارى. ولقد أنشأت عدة شركات مزارع اختبارية للنباتات الملحية - مثل الساليكورنيا أو الأترىپلكس - في كاليفورنيا والمكسيك والمملكة العربية السعودية ومصر وباكستان والهند؛ ولكن - على حد علمنا - لم يدخل أى منها حيز الإنتاج على نطاق واسع. أما تجربتنا البحثية، فإنها تقنعنا بجدوى الزراعة بمياه البحر.

ويتوقف ما إذا كان العالم سيلتفت إلى هذا البديل في نهاية المطاف على احتياجات المستقبل الغذائية والاقتصادية، وعلى المدى الذى ستبقى فيه النظم البيئية المائية العذبة بمنأى عن التطوير الزراعى.

## نباتات مقاومة للملح والتصحر:

### 1- المانجروف (Mangrove):

المانجروف هو أحد عجائب مملكة النبات - كما يؤكد عبد الرحمن راوح، خبير الطيور - والأراضي الرطبة، وهو ما يفسره بقوله: «أشجار المانجروف أو الشورى تعيش في مياه البحر المالحة، وهذه البيئة معروف عنها ضالة الأكسجين بها، لدرجة لا تكفى لتنفس هذه الأشجار». ولذلك تنمو لهذه الأشجار جذور تنفسية من أسفل إلى أعلى، عكس جذور سائر النباتات والأشجار، وهو الأمر الذى يجعل هذه الجذور تظهر فوق سطح ماء البحر؛ لتتمكن من الحصول على الأكسجين اللازم لحياتها، كذلك تنمو لديها مثل هذه الجذور التنفسية على أفرعها، وتتدلى في الهواء للغرض نفسه، أيضاً بذور بعض هذه الأنواع تبدأ في الإنبات وهى ما زالت ثماراً على أفرع الأشجار، ثم تسقط البذور بعد الإنبات؛ لتسرّب جذورها الصغيرة في التربة تحت سطح الماء.

وتعد منطقة انتشار المانجروف من أهم مناطق السياحة البيئية، ومنطقة مهمة للأسماك التى تتغذى على القشريات الموجودة، والتى تعيش في منطقة النباتات؛ فكلما اتجهنا إلى داخل البحر، سنجد أن الأسماك تتغذى على الكائنات الدقيقة في هذه المنطقة .. فهناك سلسلة غذائية مترابطة من منطقة المانجروف حتى أعلى البحار.

### الأخطار التى تواجهها أشجار المانجروف:

يواجه شجر المانجروف خطر الانقراض؛ نتيجة الرعى الجائر من قبل الجمال، وعدم وجود إرشاد سياحى في كيفية التعامل مع أشجار المانجروف، وإرشاد بيئى للمحافظة على هذه الشجرة؛ لأهميتها البيولوجية والبيئية.

### الأنواع والأشكال:

يضم المانجروف حوالى 70 نوعاً، تنتمى إلى 20 عائلة نباتية مختلفة في العالم، يتواجد في إقليم البحر الأحمر وخليج عدن أربعة أنواع، أبرزها نوعا: القرم *Avicennia* والجندل *Rhizophora* .. يتراوح حجم أشجار القرم في الإقليم من شجيرات صغيرة، لا يتجاوز طولها المتر، إلى أشجار

كبيرة نسبياً، يصل طولها إلى 4 - 7 أمتار، بينما يتراوح محيط الساق من حوالى 20 سم إلى قرابة المتر. لكن في أماكن مثل الأرج في اليمن وجزيرة مسكالي في جيبوتي وأركيباي في السودان وجازان في السعودية، تبلغ أطوال بعض أشجار القرم حوالى العشرة أمتار، وينمو محيط سيقانها إلى أكثر من مترين .. يعد نوع الجندل (*Rhizophora*) ذا أهمية اقتصادية عالية؛ لتمييز أشجاره بـكبر الحجم وجودة الخشب، مقارنة بأشجار (القرم). تتراوح أطوال أشجار الجندل جيدة النمو، في أماكن مثل جزيرة موشى في جيبوتي، ما بين 9 - 14 متراً، إلا أن انتشار هذا النوع بسواحل البحر الأحمر وخليج عدن محدود للغاية.

### استخدامات المانجروف:

هذه الشجرة كل أجزائها تستخدم في الصناعات؛ كإنتاج الأصباغ، والراتنجات «المواد اللدنة»، ومواد الدباغة، وصناعة القوارب، وعلب الكبريت، واللعب الخشبية، وبناء المنازل الشاطئية، أما أوراقها فتعد مصدراً مهماً لعلف الحيوان وللوقود، بل إن بعض أجزاء المانجروف لها استخدامات دوائية؛ الأمر الذى يجعل نثر غابات الشورى عملية اقتصادية مهمة مضمونة العائد؛ لأنه يمكن أن تقوم عليها صناعات صغيرة، تساعد الاقتصاديات العربية.

تقول إحدى النظريات العلمية الجريئة إنه من الممكن أن نحارب الفقر والتصحر وظاهرة الاحترار العالمية *global warming*، وذلك بضخ مياه البحار والمحيطات إلى الصحارى المقفرة الخالية من المياه الجوفية، وزراعة تلك الصحارى بأشجار المانجروف، وبذلك تتحول تلك الصحارى المقفرة إلى غابات حقيقية، تقوم بتثبيت ثانى أكسيد الكربون  $CO_2$ ، فتمنع بذلك الترفع الحرارى، الذى سيؤدى إلى ذوبان الجليد في القطبين وغرق المناطق الساحلية، بالإضافة إلى إنتاج تلك الغابات المستنقعية للخشب الثمين والأعلاف والأسماك.

ويقترح المختصون أن يتم إنشاء سواقي لمياه البحار، يمكن فتحها وإغلاقها على كل قطاع، بحيث يمكن غمر ذلك القطاع أو تجفيفه، وبحيث تبقى الأمور تحت السيطرة.

إن الرقم الهيدروجينى pH المناسب لأشجار المانجروف يتراوح بين 6 و9، أما الرقم الهيدروجينى لمياه البحر فهو في حدود 8 ، كما أن أشجار المانجروف تعيش على مياه البحر؛ بل إنها تحتل درجة ملوحة أعلى من درجة ملوحة مياه البحر.

وتحتاج أشجار المانجروف والطحالب إلى عنصر الحديد وفوسفات الأمونيوم *ammonium phosphate*؛ حتى تنمو بشكل سريع، وفي الحقيقة إن أشجار المانجروف حساسة لنقص العناصر الغذائية في الماء والتربة، ومن الممكن أن تموت عند نقص تلك العناصر؛ بل إن انتشارها في

مناطق معينة دون غيرها يعود بالدرجة الأولى إلى غنى تلك المواقع بالعناصر الغذائية، ولا يعود لأسباب أخرى؛ كإنخفاض الملوحة بسبب هطول الأمطار، كما يتصور البعض. وقد تمكن الباحثون في إحدى التجارب من زراعة أشجار المانجروف على شواطئ لا تنمو فيها عادةً تلك الأشجار، وذلك بدفن كيس بلاستيكي مثقب، يحوى 200 جرام من فوسفات الأمونيوم، و10 جرام من أكسيد الحديد iron oxide قرب جذور كل شجرة من أشجار المانجروف.

ومن الممكن زراعة 1000 شجرة مانجروف في الهكتار، ومن الممكن - من الناحية النظرية - تنفيذ هذا المشروع في الصحراء الكبرى the Sahara وشبه الجزيرة العربية the Arabian peninsula.

## 2- الأناناس "Ananas comosus" pineapple:

نبات الأناناس هو من نباتات النمط CAM، وهذا النوع من النباتات يحتاج إلى عنصر الصوديوم Na؛ حتى ينمو بشكل طبيعي، وفي بعض الأحيان يمكن لعنصر الصوديوم في ذلك النمط من النباتات أن يقوم بتعويض نقص عنصر البوتاسيوم K.

إن نبات الأناناس هو من النباتات المقاومة للملح، بل إن الأناناس يمتلك مقاومة عالية للتملح، وأوراق هذا النبات أوراق عصارية، يشكل الماء نحو 85٪ من محتواها، ويتم تخزين الماء بشكل رئيس في محور الورقة adaxial، حيث يحوى محور الورقة خلايا حسية palisade cells عملاقة، مملوءة بصنع مائي mucilage.

وبالرغم من أن رى الأناناس بمياه ذات ملوحة عالية كان يؤثر على حجم الأوراق سلبياً، فإن ذلك الأمر لم يكن له أى تأثير يذكر على حجم ونوعية الثمار.

## 3- آلو فيرا (الصبار) Aloe vera:

الصبار نبات عصارى succulent معمر perennial زنبقى liliaceous، ويعتبر الصبر من الصنف آلو فيرا Aloe vera، من أهم أصناف الصبار؛ نظراً لقصر فترة حياته وأهميته الاقتصادية؛ حيث يستخدم في الصناعات الدوائية وطب الأعشاب والصناعات الغذائية.. والصبار هو من النباتات المقاومة للتملح؛ حيث يعتمد في مقاومته للإجهاد الملحي salt stress على التلاؤم التناضحي Osmotic adjustment، ويتم ذلك التلاؤم التناضحي (الإسموزى) بتجميع تراكيز عالية من الأيونات غير العضوية inorganic ions في الساق والجذور، كما يتمكن نبات الصبار من مقاومة الإجهاد الملحي، بتجميع ذوائب عضوية ذات أوزان جزيئية



منخفضة low molecular weight organic solutes كالسكر. ويمكن رى الصبر بماء يتكون من 60% ماء بحر و40% ماء عذب.

#### 4- المروج الخضراء تروى بماء البحر (Halophyte turfgrasses):

بالرغم من القيمة الجمالية والمناخية والبيئية للمروج الخضراء، فإنها تستهلك كميات كبيرة من مياه الري، تعادل المقادير التي تستهلكها المحاصيل الزراعية؛ لذلك يتوجب التوجه نحو زراعة مروج خضراء مقاومة للملح، مثل:

**الباسبالوم الشاطئى seashore paspalum ، وعشبة الملح saltgrass، والعشبة**

**القلوية alkaligrass :**

ويتوجب الحذر - عند استخدام المياه المالحة في الري - من تسرب تلك المياه إلى المياه الجوفية العذبة؛ لذلك يتوجب إمالة المسطحات الخضراء باستخدام الآليات الهندسية نحو مصارف خاصة، بحيث يتم تصريف مياه الري الزائدة إلى تلك المصارف، ومن الواجب إعادة مياه الصرف إلى البحار، وإذا أمكن استخدام طبقات عازلة بين سطح التربة الذي يروى بالمياه المالحة، وبين الأجزاء السفلى من التربة، فإن ذلك سيكون شيئاً جيداً، كما يتوجب مراقبة درجة ملوحة المياه الجوفية في تلك المواقع بشكل دائم.

ويوصى الخبراء باستخدام الرمل الخشن 0.50 mm ذى معدل نفوذية مرتفع 10 إنش في الساعة، في المواقع التي يتم ريها بمياه البحر أو المياه المالحة، كما يوصون بتجنب استخدام مياه الري المالحة في المواقع التي تكون فيها المياه الجوفية قريبة من السطح، والمواقع التي تتميز ببنية جيولوجية تمكن المياه المالحة من التسرب بشكل سلس إلى المياه الجوفية.

وتجنباً لتحويل التربة في تلك المواقع إلى ترب مملحة - صوديوية saline-sodic، يوصى بإضافة الجبس gypsum والجير lime.

#### 5- السيسوفيوم Sesuvium verrucosum نبات مقاوم للملح:

الجنس: سيسوفيوم Sesuvium.

النوع النباتي: فيروكوزوم verrucosum.

Sesuvium erectum: العائلة النباتية Aizoaceae أيزوآيسى Fig-marigold family

حشيشة الثلج، نبات الجليد iceplant family.

السيسوفيوم عشبة عسارية Succulents ثنائية الفلقة Dicotyledons، معمرة، مقاومة للتملح، من النباتات الوعائية Vascular plants المزهرة Flowering plants الحاملة للبذور Spermatophyta، ويعرف هذا النبات ببقلة البحر الغربي western sea-purslane، ويعرف كذلك ببقلة البحر المثاللة verrucose sea-purslane .. والموطن الأصلي لنبات السيسوفيوم هو الأمريكتين؛ حيث ينمو على شواطئ البحار والمحيطات هناك، كما ينمو كذلك في المناطق الداخلية قرب السباخ (والسباخ جمع سبخة، وهي المستنقع ذو المياه المالحة).

وتظهر أزهار السيسوفيوم في إبط الأوراق axils، وأزهار هذا النبات نجمية الشكل star-like، بلا بتلات (تويجات) petals، لكنها ذات خمسة كئوس sepals وردية أو حمراء اللون، وغالبًا ما تكون أزهاره ثنائية الجنس bisexual لاطئة sessile، وكأس الزهرة ذو خمسة فصوص.

وهذا النبات نبات معمر Perennials، زاحف prostrate، من النباتات التي تزرع كأغطية للتربة Groundcovers، وجذور هذا النبات ليفية fibrous roots، ويتكاثر بواسطة البذور، ويمكن إكثاره بوسائل الإكثار الخضري.

وبالإضافة لمقاومة هذا النبات للتملح، فإنه يقاوم الجفاف، ويحتمل الترب القلوية alkaline التي يتراوح رقمها الهيدروجيني pH بين 7.9 و 8.5.

يُدعى هذا النبات ببقلة البحر Sea Purslane؛ لأنه ينمو على شواطئ البحار في الولايات المتحدة، وتنتشر أصناف من هذا النبات في شبه الجزيرة العربية ومنطقة الخليج العربي وسوقطرة.

## 6- خرشوف القدس - هيليانثوس توبيروسوس Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L):

نبات خرشوف القدس Jerusalem Artichoke واسمه العلمي Helianthus tuberosus هو من النباتات المقاومة للتملح، ويروى هذا النبات في الصين بمزيج من مياه البحر والمياه العذبة، بل إن إضافة نسبة تتراوح بين 25٪ و 50٪ من مياه البحر إلى المياه المعدة لرى هذا المحصول، قد زاد من إنتاجيته، وبذلك يمكن زراعة خرشوف القدس في الأراضي المملحة بنجاح.

## 7- السبارتنا Spartina:

السبارتنا عشبة ريزومية معمرة ومتساقطة الأوراق، تشبه نبات الأرز، يتراوح ارتفاعها بين نصف متر ومتر ونصف.

من النباتات التي تقوم بعملية تثبيت الكربون خلال عملية التركيب الضوئي وفق النمط C4، فهي نباتات متأقلمة مع ظروف الحرارة المرتفعة، وأشعة الشمس الشديدة، والجفاف، وقلة النيتروجين، وقلة ثنائي أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>، كما أن أوراق هذه النباتات غالباً ما تتميز ببنية تشريحية مميزة، ومن هذه النباتات نبات السبارتنا والتبغ وقصب السكر والذرة والصباريات.

ومع أن الملوحة المثالية لنبات السبارتنا تتراوح بين ppt10 و ppt20، فإن باستطاعتها العيش في وسط نمو تصل ملوحته إلى ppt60، وكما ذكرت سابقاً فإن درجة ملوحة مياه المحيطات والبحار هي محدود 35 ppt، وهذا يعني أن بإمكان السبارتنا أن تتحمل الإجهاد الملحي العالي؛ حيث تمتلك السبارتنا غددًا تقوم بطرح الأملاح الزائدة عن طريق أوراقها. هذا النبات يتكاثر تكاثراً لا جنسياً، عن طريق الريزومات، كما أنه يتكاثر تكاثراً جنسياً عن طريق البذور؛ حيث من الممكن أن تتحول بادرة واحدة إلى مستعمرة ضخمة من النباتات.

تستطيع السبارتنا العيش في الرمال والحصى والتراب الطينية والطيني، وتحتمل العيش في ترب ذات نفوذية سيئة، كما تستطيع أن تحتمل التعرض للغمر في الماء المالح بشكل تام لمدة تزيد عن تسع ساعات؛ وذلك لأنها تمتلك فجوات هوائية داخلية، تمكنها من القيام بالمبادلات الغازية الحيوية أثناء الغمر في الماء، وكذلك فإن السبارتنا تستطيع القيام بعملية التركيب الضوئي بفاعلية عالية في درجات الحرارة المنخفضة، وهو الأمر الذي تعجز كثير من النباتات عن القيام به.

وكما ذكرت سابقاً، فإن السبارتنا هي نبات معمر متساقط الأوراق؛ حيث تتساقط أوراقه في الخريف، بينما تبقى ريزوماته في التربة طيلة فصل الشتاء في حالة سكون، بانتظار قدوم الربيع؛ حيث تقتات كثير من الكائنات على تلك الريزومات، كالإوز ودجاج الماء، بينما تقتات الأسماك على أوراق هذا النبات.

### الأهمية الاقتصادية والبيئية للسبارتنا :

- 1- نبات فريد، يستطيع النمو في مناطق ميتة، ذات ملوحة تصل إلى ضعفى درجة ملوحة مياه البحار، كما يستطيع تحمل الغمر في الماء لساعاتٍ طويلة دون أن يختنق.
- 2- ريزومات النبات تعمل على تثبيت الرمال والطيني، وبذلك فإن السبارتنا هي من النباتات التي تقوم عوامل الانجراف والتصحر والتعرية.

- 3- باعتبار أنه نبات معمر، فإننا لا نحتاج إلى إعادة زراعته في كل موسم، وهذه ميزة اقتصادية مهمة.
- 4- ليس من الضروري أن نستزرع جميع الأماكن التي نرغب في أن نغطيها بهذا النبات؛ وذلك يرجع إلى مقدرة النبات العالية على التكاثر والانتشار، حيث يكفي أن نقوم بزراعة بقع متفرقة بهذا النبات.
- 5- نبات قوى وسريع النمو، يصلح لصناعة أعلاف المواشى والدواجن، كما أن بالإمكان زراعته على طول الشريط الساحلي للبحار والمحيطات؛ حيث يروى تلقائياً بمياه المد، مشكلاً مراعي خصبه للمواشى والدواجن القابلة للرعى كالإوز.
- 6- يضيف حياةً على الشواطئ الجرداء الميتة، ويؤمن الطعام والملجأ للطيور والأسماك؛ مما يؤدي إلى ازدياد الثروة السمكية، ويجعل الشواطئ أكثر جاذبية.
- 7- إمكانية زراعة هذا النبات على ضفاف القنوات البحرية والسبخات (بحيرات المياه المالحة) والصحارى الميتة القاحلة بعد استجرار مياه البحار إليها.
- 8- في الصين نجحت تجربة استخدام السبارتنا كأسمدة خضراء؛ حيث إن كل 50 كيلو غراماً من هذا النبات تعادل نصف كيلو غرام من سماد اليوريا.
- 9- لا يحتاج استزراع السبارتنا إلى أية آليات زراعية؛ فكل ما نحتاج إليه هو مشتلٌ للأمهات المنتجة للريزومات والبذور، يمكن أن ننشئه في حديقة أو فوق سطح المنزل، ونحتاج كذلك إلى مجموعاتٍ صغيرة من المتطوعين؛ لزراعة البذور والريزومات على شواطئ البحار والمحيطات.
- تحذير: لا تجوز زراعة السبارتنا قرب مصادر المياه العذبة؛ حتى لا تتحول إلى عشبٍ ضار وآفة زراعية.

#### 8- السويدا - شجيرة شديدة المقاومة للملح:

**Suaeda monoica Forsk**

**Suaeda aegyptiaca**

**Suaeda depressa**

شجيرة مقاومة للملح، ذات أوراق عصارية، وتنتشر شجيرة السويدا في المناطق الجافة في بعض المواقع، وتروى بماء البحر. تستخدم شجيرة السويدا في الصومال وكينيا كشجيرة رعوية، تقتات عليها الإبل والماعز، وتستخدم خلاصة جذور هذه الشجيرة في علاج التهاب الحلق.

ترجع مقدرة بعض النباتات على مقاومة التملح إلى عدة آليات فيزيولوجية؛ كمقدرة تلك النباتات على تجميع البوتاسيوم في أنسجتها، بالرغم من وجود نسبة مرتفعة من الصوديوم في أنسجة هذه النباتات، وتعرف بعض النباتات بمقدرتها على تجميع الأملاح في أنسجتها، وتدعى تلك النباتات بالنباتات المجمعة للملح، والسويدا المصرية (سويدا إيجيبتিকা) من تلك النباتات.

شجيرة السويدا لا تقوم بنقل الأملاح من الأوراق إلى الساق .. هذا ما أكدته الدراسات الحديثة، كذلك إن نبات السويدا هو من النباتات المحبة - نوعًا ما - لعنصر الصوديوم، كما أن هذا النبات لا يصل إلى طور الإزهار عند غياب هذا العنصر من التربة ومن مياه الري.

إن شجيرة السويدا هي من نمط نباتات رجل الإوز العصارية المقاومة للتملح، وهي من التباتات رباعية الكربون، الذي يعرف بمقاومته للتملح والحرارة المرتفعة، واقتصاده في استخدام المياه .. وتنمو شجيرة السويدا اليوم على سواحل البحر الميت، وهذا يدل على مدى مقاومة هذه الشجيرة للتملح.

### نباتات شاطئية مقاومة للتملح:

اسم النبات	الاسم العربي	العائلة	ملاحظات
<i>Aglaia cucullata</i>	أجلايا كالكيولاتا	Meliaceae	تمتلك هذه النباتات جذورًا هوائية، شبيهة بجذور المانغروف.
<i>Aeluropus lagopoides</i>	إيلوروبوس	Poaceae	
<i>Arthrocnemum indicum</i>	أرثروكنيموم إنديكوم	Chenopodiaceae	
<i>Barringtonia racemosa</i>	بيرينتونيا راسيموسا	Lecythidaceae	مقاومة هذه الشجرة للتملح قد تكون منخفضة نوعًا ما.

اسم النبات	الاسم العربي	العائلة	ملاحظات
Brownlowia tersa	براونلوي تيرسا	Tiliaceae	
Caesalpinia bonduc	كيسالينيا	Fabaceae	
Caesalpinia crista	كيسالينيا كريستا	Fabaceae	
Calophyllum inophyllum	كالفيلوم اينوفيلوم	Guttiferae	
Cerbera manghas	سيريرا مانجاس	Apocynaceae	
Cerbera odollum Gaertner	سيريرا أودولوم	Apocynaceae)	
Clerodendrum inerme Gaertn	كليروديندروم	Verbenaceae	
Cynometra ramiflora	سينوميترامامفلورا	Fabaceae)	
Dalbergia spinosa	دالبرجيا سبينوزا	Fabaceae	
Dendrophthoe falcate	ديندروثوفالكاتا	Loranthaceae)	
Derris scandens Benth	ديريس سكاندينس	Fabaceae	
Derris trifoliata	ديريس تريفولياتا	Fabaceae	
Dolichandrone spathacea	دوليكاندرون سباتاسيا	Bignoniaceae	
Fimbristylis ferruginea	فيمبريستيليس فيروجينيا	Cyperaceae	عشبة معمرة.
Finlaysonia obovata	فينالسونيا أبوفاتا	Asclepiadaceae	
Flagellaria indica	فلاجيليريا إندিকা	Flagellariaceae	
Heliotropium curassavicum	هيليو تروبيوم كوراسافيكوم	Boraginaceae	

اسم النبات	الاسم العربي	العائلة	ملاحظات
Hibiscus tiliaceus	هيبيسكوس تيلياسوس	Tiliaceae	
Intsia bijuga	نبات الإبريق	Fabaceae	
Ipomoea pes - caprae	إيوميا	Convolvulaceae	نبات زاحف، ينمو على الشواطئ الرملية.
Ipomoea tuba	إيوميا توبا	Convolvulaceae	
Myriostachya □ wightiana	ميريوستاشيا وايتيانا	Poaceae)	عشبة معمرة.
Pandanus tectorius	باندانوس تيكتورياس	Pandanaceae	
Phoenix paludosa	فينيكس بالودوسا	Arecaceae	نبات نخيلي صغير.
Pongamia pinnata	بونغميا بيناتا	Fabaceae)	شجرة مقاومة للملح.
Porteresia □ coarctata	بورتوريجا كوركثاتا	Poaceae	نبات عشبي معمر ريزومي.
Salicornia brachiata	ساليكورنيا بريتشياتا	Chenopodiaceae	
Salvadora persica	سلفادورا بيرسيكا		
Sarcobolus carinatus	ساركالوبوس كيرينيتوس	Asclepiadaceae	
Sarcobolus globosus	ساركولوبوس غلابسوس	Asclepiadaceae	

اسم النبات	الاسم العربي	العائلة	ملاحظات
Scirpus littoralis	سيريس ليتورليس	Cyperaceae	
Sesuvium portulacastrum	سيسوفيوم بروتولا كاستروم	Aizoaceae	
Stictocardia tilliifolia	ستيكتوكارديا تيليافوليا	Convolvulaceae	نبات عشبي معترش.
Suaeda fruticosa	سويدا فروتيكوزا	Chenopodiaceae	شجيرة مقاومة للملح، ذات أزهار مخنثة.
Suaeda maritime	سويدا ماريتيما	Chenopodiaceae	شجيرة مقاومة للملح .. أزهارها ثنائية الجنس.
Suaeda monoica	سويدا مونويكا	Chenopodiaceae	شجيرة مقاومة للملح أزهارها وحيدة الجنس
Suaeda nudiflora	سويدا نوديفلورا	Chenopodiaceae	شجيرة معمرة مقاومة للملح.
Tamarix troupii	تاماريكس	Tamaricaceae	
Thespesia populnea		Malvaceae	
Thespesia populaneoides		Malvaceae	
Urochondra setulosa	يوروكوندر	Poaceae)	نبات عشبي معمر Perennial مقاوم للملح.



### نباتات مقاومة للملح، تنمو في منطقة الخليج العربي وشبه الجزيرة العربية:

تنتشر على شواطئ الخليج العربي والبحر الأحمر العديد من العائلات النباتية المقاومة للملح، مثل عائلة رجل الإوز Chenopodiaceae، والعائلة Zygophyllaceae، والعائلة Plumbaginaceae، والعائلة Poaceae، والعائلة Tamaricaceae، ومن النباتات المقاومة للملح التي تنمو على شواطئ الخليج العربي والبحر الأحمر:

الاسم	الاسم العربي	الاسم	الاسم العربي
Tamarix nilotica	تاماريكس نيلوتيكا	Aeluropus lagopoides	إيلوروبوس
Suaeda vermiculata	سويدا فيرميكولاتا	Zygophyllum album	زيجوفيلوم ألبوم
Zygophyllum propinquum	زيجوفيلوم بروينكوم	Atriplex dimorphostegia	أتريليكس ديمورفيستيغيا
Reumuria hirtella	روماريا هيرتلا	Cistanche	
Orobanch	أوروبانش	Alhagi graecorum	
Leptochloa fusca	ليبتوكولا فوسكا	Aeluropus lagopoides	
Aeluropus littoralis		Avicennia marina	أفيسينيا مارينا
Rhizophora mucronata	ريزوفورا موكرانتا	Cressa cretica	كريسا كريتيكا
Limonium spp	ليمونيوم	Zygophyllum	زيجوفيلوم
Coccineum	كوكسينيوم	Suaeda vermiculata	سويدا فيرميكولاتا
Suaeda maritime	سويدا ماريتايم	Salicornia	ساليكورنيا
Halocnemum strobilaceum	هالوسنيموم سترو بلسيوم	Arthrocnemum macrostachyum	أرثروسنيموم ماكروستاكيوم
Halothamnus bottae	هالوثامنوس	Salsola imbricata	سالسولا إمبريكاتا
Suaeda monoica	سويدا مونويكا	Limonium axillare	ليمونيوم أكسيلار
Halopeplis perfoliata	هالوبيليس بيرفولياتا	Aeluropus spp	إيلوريس

الاسم	الاسم العربي	الاسم	الاسم العربي
Salicornia europaea	ساليكورنيا يورابيا	Juncus rigidus	جانكوس ريجيدوس
Anabasis setifera	أنابيسيس سيتيفرا	Sporobolus spicatus	سبيربولوس سبيكاتوس
Nitraria retusa	نيتراريا ريتوسا	Atriplex farinosa	أتريليكس فارينوسا
Tamarix spp.	تاماريكس	Phragmites australis	فريغماتيز أوستريليس (القصب العملاق)
Typha domingensis	تايفا دومينجينسيس	Cyperus rotundus	سايرس روتاندوس (نبات السعدة)
Cyperus schimperianus	سايرس سكيمبيريانوس	arex divisa	أريكس ديفيسا
Fibristylis bis-umbellata	فبريستيليس بيس أمبيلاتا	Avicennia marina	آفيسينيا مارينا (من أشجار المانغروف التي تنمو في المملكة العربية السعودية).
Rhizophora mucronata	ريزوفورا ماكروناتا (من أشجار المانغروف التي تنمو في المملكة العربية السعودية).	Halodule uninervis	هالودول يونيرفيس
Cymodecea rotundata	سيموديسيا روتانداتا	Thalassia hemprichii	
Halophila stipulacea	هالوفिला ستيببولاسيا	Panicum turgidum	بانيكوم تورجيدوم
Dipterygium glaucum	ديتيريجوم غلوكوم	Haloxylon salicornicum	هالوكسيلون ساليكورنيكوم
Tamarix nilotica	تاماريكس نيلوتিকা	Acacia tortilis	آكاسيا تورتيليس
Leptadenia pyrotechnica	ليبتادينيا بيروتيكينا	Aeluropus agopoides	إيلوريس

الاسم	الاسم العربي	الاسم	الاسم العربي
Agathophora alopecuroides	آغاثوفورا	Halothamnus iraqensis	هالوثامنوس إيراكينسيس
Aeluropus littoralis	إيلوريس	Seidletzia rosmarinus	سيدليتزا روزمارينوس
Zygophyllum coccineum	زاغوفيلوم كوكسينيوم	Zygophyllum simplex	زاغوفيلوم سيمبليكس
Anabasis articulata	أنابيس أرتيكيولاتا	Nitraria retusa	نيترا ريتوسا
Atriplex farinose	أتريليكس فارينوسا	Xanthium strumarium	زانثيوم ستروميريوم
Alhagi graecofum		Atriplex leucoclada	أتريليكس ليوكوكلادا
Salsola imbricate		Cyperus leavigatus	سايبرس لافيغاتوس
Limonium cylindrifolium	ليمونيوم سيلاندريفوليوم	Binertia cycloptera	بينيرشا سايكلوبتيرا
Suaeda aegyptiaca	سويدا	Suaeda vera	سويدا فيرا
Atriplex halimus	أتريليكس هاليموس	Limonium carnosum	ليمونيوم كارنوسوم
Chenopodium ambrosioides	شينوبوديوم (رجل الإوز).		

### الأنواع النباتية المتحملة للملوحة:

**1 - الشعير:** الشعير من المحاصيل المتحملة للملوحة؛ حيث يتحمل حتى (18 dS/m)، وقد أكد العديد من الباحثين (Zhong and Volkmar *et al*, 1998) ; (Dvorak, 1995)، أن محصول الشعير هو الأكثر تحملاً للملوحة من بين محاصيل الحبوب، ووفق (Conway, 2001)، فإن نمو الشعير في الموقع المدروس يمكن أن يستعمل كمؤشر يساعد في التعرف على مشكلة الملوحة وشدتها، فقد أكد (Munns, 2002) ; (Passioura and Munns, 2000)، أن معدل نمو أوراق نبات الشعير ينخفض بشكل سريع عند حصول زيادة مفاجئة في ملوحة التربة. ومن جهة أخرى، فقد أوضح (Renault, 2003) أن محصول الشعير يخفّض من انجراف التربة، وتساعد جذوره في تثبيت التربة، كما يساعد في غسل الأيونات للأسفل؛ نتيجة لتغلغل جذوره في التربة.

2- التريتكالى *Triticosecale rimpai Wittm* (Triticale) :

يعد التريتكالى أول محصول حبوب أوجده الإنسان، نتج عن تصالب بين القمح والشيلم .. بدأت الأبحاث حول التريتكالى فى عام 1978 لدى إيكاردا، حيث أصبح التريتكالى محصولاً واعدًا مهمًا كبديل لمحصول الشعير فى تغذية الحيوانات؛ فهو لا يتأثر بسرعة بالبرودة والجفاف، وله مقاومة جيدة لبعض أنواع آفات الحبوب، ويعطى غلة أكبر من القمح والشعير تحت ظروف الإجهاد المائى، ويعد من المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة؛ حيث يتحمل حتى  $7\text{ dS/m}$ ، وهو من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية والعلفية العالية (Goral *et al*, 1999) .. كما أنه من المحاصيل المتكيفة مع الظروف البيئية القاسية؛ من برد وجفاف وملوحة، ومنافس قوى لنمو الأعشاب الغريبة، وكذلك للحشرات والأمراض الفطرية، وتعد صفة عدم الرقاد من أهم الصفات التى شجعت الفلاحين على تبنيه، وكذلك إنتاجيته العالية، وقد أطلقوا عليه اسم "الحنطة الحمراء". كما أنه مقاوم للانفراط، ولمهاجمة الطيور لانحناء السنابل، وقد بلغت إنتاجيته من الحبوب من 4 - 5,5 طن / هكتار.

3- الذرة البيضاء: لا تقل أهميته عن أهمية الشعير والتريتكالى؛ فهو من محاصيل الحبوب العالمية الأكثر أهمية فى المناطق الجافة والحارة الاستوائية وشبه الاستوائية، ويصنف عالمياً خامس المحاصيل المزروعة من حيث المساحة والإنتاجية (FAO, 2000) .. ينمو محصول الذرة البيضاء فى الأراضي الملحية بشكل أفضل، بالمقارنة مع بقية المحاصيل؛ فهو من المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة ( $6 - 10\text{ dS/m}$ )؛ حيث تؤثر الملوحة الزائدة سلباً على طول النبات، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية. وقد أوضح (Munns 2002) أن الضغط الأسموزى، هو الذى يكون فعالاً فى البداية كنتيجة للملوحة، بينما السمية الأيونية تأتى أهميتها فى التأثير على نمو النبات بعد أمد طويل، وتعد الذرة البيضاء من المحاصيل المتحملة للعطش والجفاف؛ وذلك

لمجموعها الجذري الكبير والمتعمق، وصغر مجموعها الخضرى، ووجود الزغب والمادة الشمعية على أوراقها، التى تقلل من عمليات النتح، ويجب الحذر عند تقديمها كعلف للماشية؛ كونها تحتوى على مواد الجلوكتيسيدات، والتى عند تحليلها مائياً تعطى مادة سامة، هى حمض البروسيك أو الهيدروسيانيك، وتقل نسبة الحمض بتقدم عمر النبات؛ لذا يجب تجنب إعطاء النموات الحديثة، أو تركها تجف قبل تقديمها للحيوان كعلف، ويمكن بعملية صنع السيلاج منها أن يبعد السمية.



**4- الدخن:** يمكن استعماله بنجاح فى برامج الأعلاف، وخاصة عند زراعة الأرض بالبقوليات، وإن ما يميز الدخن عن المحاصيل العلفية الأخرى، هو كونه متحملاً للملوحة التربة والمياه، مع إمكانية زراعته فى الأراضي الفقيرة والرملية والجافة، بالإضافة إلى انخفاض احتياجه لمياه الري؛ حيث أكد (Kulkarni *et al* 2006) أن الدخن محصول علفى ثنائى الغرض؛ إذ يمكن استعماله لإنتاج الحبوب والعلف الجاف، ويمكن أيضاً أن يكون محصول علف بديل مفيد فى المناطق المتأثرة بالملوحة فى غرب آسيا والهند، وهو سريع التعويض لدى حشه لتقديمه كعلف أخضر، وأقل سمية، مقارنة بالذرة البيضاء، وعدوه الأول الطيور عند زراعته؛ للحصول على الحبوب.



5- حشيشة السودان ("Sorghum sudanense") :Sudan grass

نبات حولي، نسبة C/N متوسطة، سريع النمو، متكيف مع الترب الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، على المقاومة للجفاف، متوسط المقاومة للملوحة، على الاستساغة من قبل الماشية، على البروتين، خفيف السمية بمحضر البروسيك، وسريع التعويض بعد الحش .. يمكن استهلاكه من قبل الإنسان.

6- الفصة المزروعة: من الأعشاب المعمرة .. تمكث في الأرض لمدة 21 سنة إذا ما اعتنى بربها وتسميدها وتنظيفها من الحشائش (لا تترك لأكثر من ست سنوات متعاقبة؛ حيث يضعف نموها بعد ذلك) .. ارتفاع النبات يتراوح بين 800 - 4 سم، وله جذور متعمقة، تصل أحياناً إلى عمق 10م. تتفرع الساق من قاعدتها بغزارة، كما قد تكون لها فروع قاعدية .. الزهرة ذات لون بنفسجي، ولها عنق واضح .. الثمرة قرن ملتف حلزوني الشكل .. البذرة كلبية الشكل لونها أصفر مخضر، من النباتات المستأنسة ذات الموسم الدافئ، وهي من أهم محاصيل العلف الأخضر المروية في العالم؛ حيث تقدم للحيوانات كعلف أخضر أو كدريس عال في قيمته الغذائية؛ لاحتوائه على نسبة عالية من البروتين، ولغناه بفيتامين A وفيتامين B والعناصر المعدنية المختلفة، وهي أعظم محاصيل العلف إنتاجاً للدريس؛ حيث ينتج الهكتار الواحد منها حوالي 6 طن من الدريس، في حين لا يتجاوز إنتاج الدريس من الأعلاف الخضراء الأخرى 3,5 طن للهكتار.

7- الفصة الشجيرية: من الشجيرات المعمرة التي يتراوح طولها من 1 - 3 مو .. الجذع قصير كثير التفرع، الأزهار للثمرة قرن ملتف، يحتوي على 2 - 4 بذرة، تنتشر في المناطق الجبلية

الرطبة ونصف الرطبة، وتعد أزهارها مرعى جيداً لنحل العسل، ولأوراقها قيمة علفية جيدة؛ نظراً لغناها بالبروتين، ويمكن إكثارها بالبذور وبالعقل.

**8- السيسبان (*Sesbania aculeata*):** وعرف أيضاً بـ *S. bispinosa*، وهو من النباتات البقولية التي كانت مزروعة في الهند وباكستان، أدخل حديثاً إلى سوريا؛ لإعادة تأهيل الترب المتأثرة بالملوحة، ومن أجل التسميد الأخضر، وكمحسن للتربة؛ حيث يتأقلم مع ظروف التربة المتنوعة، والتي تتفاوت من الغدق حتى الملوحة، ومن الترب الرملية حتى الطينية، وينمو في مجال بيئي واسع من حيث النمو؛ حيث ينتشر في المناطق المدارية وتحت المدارية، والمناطق الشمالية الشرقية من إفريقيا، والمناطق شبه الجافة وشبه الرطبة في جنوب آسيا. ومثل كل النباتات البقولية لها قدرة على تثبيت الآزوت الجوي بشكل تكافلي مع بكتريا الرايزوبيوم الموجودة في التربة.. محصوله متعدد الأغراض (علف - سداد أخضر - وقود من خشبه)، يحتاج الهكتار الواحد من البذور من 50 - 60 كجم / هكتار عند الزراعة؛ للحصول على العلف الأخضر، ومن 20 - 25 للحصول على البذور، وتتميز أزهاره بالتلقيح الذاتي؛ لذا فهو لا يحتاج إلى عمليات عزل للحصول على البذور النقية، وتتميز قرونها بمقاومة جيدة لعملية التكسر والتحطم بعد الجفاف، ولكن ينصح بالتبكير في قص الأفرع الحاملة للقرون باستعمال مقص التقليم ما أمكن؛ لتجنب انفراط القرون، وبالتالي خسارة البذور، ويستطيع بجذوره العميقة - والقادرة على الطفو - العيش في الترب الغدقة، وعند وجود ماء أرضي قريب فقط، ويتحمل ملوحة تصل إلى 5,5 ds/m.



**9- الشوندر العلفي:** نبات عشبي ثنائي الفلقة، يشبه الشوندر السكرى؛ حيث يكون مجموعاً ورقياً وساقاً قرصية وجذراً متضخماً، يحتوى على مواد مخزنة أهمها السكروز، تختلف نسبته حسب الصنف ومواعيد الزراعة ونوعية التربة وطبيعة المناخ. وهو محصول علفي متحمل للملوحة، يعطى إنتاجاً كبيراً، ومقاوم لأغلب الأمراض، ويساهم في تأمين مادة علفية (الأوراق والدرنات) في أوقات من السنة؛ كفصل الشتاء؛ حيث لا يتوفر فيها علف للحيوانات، ويكون الطلب على أشده للعلف، خاصة فيما لو زرع في العروة الصيفية؛ حيث يعطى غلة تصل إلى 65 طن / هكتار من الدرنات، و 30 طن / هكتار من المجموع الخضري، ويتميز عن الشوندر السكرى بسهولة القلع (ثلثا حجم الدرنه فوق سطح التربة)، والتبكير من 20 - 25 يوماً، كما يتميز بمردود عالٍ من المادة الجافة، ودرجة استساغة وقابلية عالية من المواشى، وسهل الهضم، وكذلك احتياجاته السمادية - خاصة الآزوت - هي أقل من الشوندر السكرى .. وتم دراسة عدة أصناف من الشوندر العلفي، والتي أعطت نتائج مبشرة وجيدة، كالصنفين TINTIN - MAGNUM.

**10- تباع الشمس *Helianthus annus*:** نبات حولي عشبي قائم من العائلة المركبة، من المحاصيل الزيتية؛ حيث يستخدم زيتة في تغذية الإنسان، كما تستخدم الكسبة في تغذية الحيوان؛ لاحتوائها على نسبة عالية من البروتين. ويمكن الاستفادة من الأقراص في تغذية الحيوان، كما يستفاد من الجزء الخضري في صناعة السيلاج وتغذية الحيوان عليه .. يمكن إنباته في الترب المالحة 6,9 ديسمنيز / متر.

**11- القرطم:** نبات حولي من المحاصيل الزيتية، يمكن زراعته في المناطق نصف الجافة، وفي الأراضى متوسطة الخصوبة التي لا ينجح فيها القمح أو القطن أو الشوندر .. يقاوم الجفاف، ويتحمل درجات الحرارة العالية .. بذوره لا تفرط ولا تأكلها العصافير، ولا يحتاج لعمليات خدمة كثيرة، ولا يحتاج لكميات كبيرة من الأسمدة، ويحتاج من 3 - 5 ريات، عدا رية الإنبات. تستعمل بذور القرطم في تغذية الحيوانات كالغنم والمواشى وغيرهما، كما تستعمل البتلات في تلوين بعض الأطعمة، وفي تلوين بعض

المأكولات. وزيت القرطم له مفعول في تخفيض الكوليسترول في الدم، وفي الوقاية من تصلب الشرايين، وتعد أزهاره مفيدة في حالات السعال والتهاب القصبات وكمنشطة ومسهلة.

**12- الروثة *Salsola vermiculata*:** شجرة معمرة، يصل ارتفاعها تحت ظروف الحماية إلى 82 سم، وطول نمواتها الخضرية السنوية تصل إلى حوالى 30 سم .. تنتشر طبيعياً فوق الأراضى



الوعرة والمرتفعات والحزوم، وتنمو في الأتربة الحصىة والمحجرة والطمية المتوسطة الحصىة والمالحة. يعد نبات الروثة من أهم الأنواع الرعوية المستعملة لإعادة الحياة البرية إلى المناطق الرعوية المتدهورة في البادية عن طريق البذور والغرس؛ نظرًا لملاءمته الكبيرة لظروف المناطق الجافة، واستساغته العالية، ومقاومته للرعى المنظم، واستجابته السريعة للإراحة، إضافة إلى قدرته العالية على الإنبات في المناطق التي لا تزيد معدلاتها المطرية عن 100 ملم، وتستطيع بذوره الإنبات خلال السنوات الجافة ذات الهطول الممطر (50 - 70 مم).



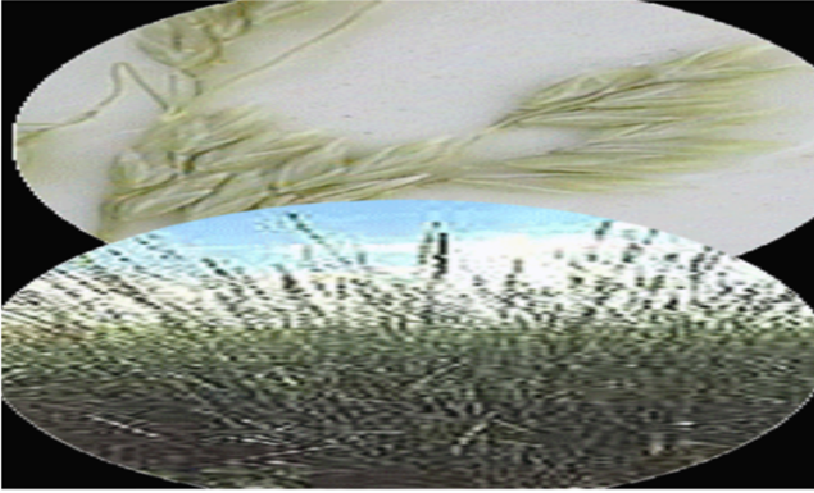
**13- الرغل الملحي (*Atriplex halimus*) "Mediterranean saltbush":** نبات شجيري معمر من الفصيلة الرمرمية .. يتراوح ارتفاعه من 70 - 250 سم، تبعًا لعمره وفصل نموه، ووجوده البيئي، وتصل نمواته الخضرية السنوية لطول 45 سم في البادية، ويمتلك مجموعًا جذريًا يصل لعمق 5 م. يعد القطف الملحي من نباتات المناطق الجافة، ويقاوم الملوحة بشكل عالٍ، ويستطيع الانتشار بشكل جيد في السهول الفيضية والوديان في المناطق التي لا يتجاوز أمطارها 100 ملم، وينتشر فوق الأتربة الطينية السطحية والمناطق المتملحة المنخفضة. يدخل القطف الملحي في برنامج إعادة تأهيل المراعي المتدهورة في البادية؛ لقدرته على مقاومة الجفاف، واستساغته المقبولة من قبل الأغنام والماعز والجمال، ونسبة إنبات بذوره جيدة في المناطق التي

تتجاوز معدلات أمطارها السنوية 130 ملم، ويمكن إكثاره بالبذور وبالعقل، ونسب نجاحها ضعيفة. وتحافظ البذور على حيويتها لمدة 3 - 5 سنوات، ونباتات القطف الملحي غنية بالبروتين الخام؛ حيث تحتوى على 18% في الطور الخضري، تنخفض إلى 14% في الطور الثمرى، وتطلب الحيوانات الماء كثيراً عندما ترعاه، خاصة خلال فصل الصيف؛ لارتفاع نسبة الأملاح فيه، كما أن جفافية الموقع تقلل من استساغته، ويقل إقبال الأغنام عليه مع تقدم موسم النمو؛ وذلك لزيادة تركيز الأملاح فيه.

14- القطف الأمريكى *Atriplex canescens*: شجيرة معمرة، يتراوح ارتفاعها من 65 - 180 سم، تبعاً لعمره وفصل النمو وموقعه البيئى، ويصل طول نمواته الخضرية إلى 35 سم في البادية، ويمتلك مجموعاً جذرياً يصل لأكثر من 5 م. تنتشر نباتات القطف الأمريكى في الفيضات، وله القدرة على النمو في الفيضات والأراضي الحصوية والرملية والمنحدرات والأراضي الطينية المالحة، ويفضل الأتربة الطينية الطمية المنخفضة. يدخل في برامج تنمية مراعى البادية، عن طريق الغرس والبذر، ونسبة إنباته جيدة في المناطق المنخفضة، والتي تتلقى هطولات مطرية سنوية أكثر من 160 ملم.



تحتفظ بذوره بحيويتها لمدة 5 - 7 سنوات، ونباتات القطف الأمريكى جيدة القيمة الرعوية، وترعاه جميع الحيوانات، وهو غنى بالبروتين؛ حيث يحتوى على 16% بروتين خام في الطور الخضري، ينخفض إلى 12% في الطور الثمرى.

15- حشيشة القمح ("Desert wheatgrass" (*Agropyron desertorum*):

تنتشر في حوض البحر المتوسط وشرق أوروبا إلى آسيا الوسطى، هو نبات دائم الخضرة، معمر، مورق طيلة العام، أزهاره خنثى تخصب بواسطة الرياح، وينمو في الترب الخفيفة أو المتوسطة أو الثقيلة .. يفضل الترب القاعدية والترب شديدة الملوحة. لا يحب الظل، ويمكن أن يعيش في الترب الرطبة أو الجافة، ويمكن استعماله في استصلاح الأتربة الملحية والقلوية، وينمو النبات بشكل جيد في هذه الأراضي، ويمكن أن ينمو في نطاق واسع من الـ Ph.

16- كالار جراس (*Leptochloa fusca*) (Kallar grass): نبات معمر .. فترة نموه النشطة في الربيع .. معدل النمو بعد الحش بطيء .. ينمو في الترب الخفيفة والمتوسطة، ويتحمل الظروف اللاهوائية. ويتحمل كربونات الكالسيوم بشكل متوسط .. ضعيف المقاومة للجفاف .. متحمل للملوحة بشكل عالٍ، واستساغته عالية من قبل الماشية.

17- السبوروبولوس ("*Sporobolus virginicus*") (Seashoredropseed): نبات وحيد الفلقة من العائلة النجيلية، وهو نبات معمر، متكيف مع الترب الخشنة أو الناعمة ومتوسطة القوام، على التحمل لكربونات الكالسيوم. يتميز بمحتوى عالٍ من البروتين أو المعادن، وتقبل عليه الماشية بشكل فوري، ويعدُّ من نباتات صيانة وحفظ التربة؛ وذلك بسبب تحمله العالي للجفاف، ومتطلباته المائية القليلة نسبياً، بالإضافة إلى الجوجوبا (الهوهوبا)، والموطن الأصلي شمال المكسيك، ويتميز بتحملة للملوحة العالية، واحتوائه على نسبة 50٪ من الزيت، بالإضافة إلى

استخدام أوراقه كعلف للحيوان، وكذا نباتات الهليون والشوندر الأحمر والبقلة والشوندر السكري؛ حيث إنها تتحمل الري بماء درجة 10 dS/m.



## ملاحق

## ملحق (1)

سرخس زائف مقاوم للجفاف والتملح، يقوم بتثبيت النتروجين الجوى، ويستخدم في علاج السرطان (السرخس الحلو *Comptonia peregrina*) كومبتونيا بيريجرينا: الموطن: الأجزاء الشرقية من الولايات المتحدة وكندا. الرقم الهيدروجيني المناسب للسرخس الحلو PH: يتراوح بين 6.1 و6.5. وصف النبات:

شجيرة صغيرة متساقطة الأوراق deciduous ، ريزومية rhizomatous (تمتلك ريزومات تحت التربة). وقد دعى هذا النبات بهذا الاسم؛ لأنه يمتلك ريزومات أرضية تمتد تحت التربة، كما أنه يمتلك سَعَفًا كسفف النخيل، وينتشر هذا النبات في كارولينا وجورجيا ومينيسوتا ونيويورك وفيرجينيا والكيبيك في كندا.

ينمو السرخس الحلو في مناطق جافة رملية معرضة لأشعة الشمس المباشرة، ولا يحتمل العيش في المناطق الظليلة، بخلاف السراخس الحقيقية.

ومن أهم ميزات هذا النبات مقاومته للجفاف والتملح.

ويصبح هذا النبات قادرًا على إنتاج البذور بعد نحو عامين أو ثلاثة أعوام من الزراعة. تمتاز بذور السرخس الحلو بأنها تبقى صالحةً للإنبات لمدة طويلة جدًا، تصل إلى سبعين عامًا، وقبل زراعة بذور هذا النبات يتوجب خدشها بعناية، ومن ثم معاملتها لمدة 24 ساعة بمحض الجبيرليك gibberellic acid 500 ميلليغرام في اللتر.

وبإمكاننا إكثار هذا النبات بزراعة قصاصات الأغصان التي يقل طولها عن 8 سنتيمتر، بعد معاملتها بمحض إندول البوتيريك (3 - butyric - 3 acid indole - 3) جرام في اللتر).

ويمكن إكثار هذا النبات كذلك بواسطة قصاصات الجذور؛ حيث نقتلع الجذور في الشتاء والربيع، ونقوم بتجزئتها إلى أجزاء، طول الواحدة منها عشرة سنتيمترات، ثم نضعها بشكل أفقي في التربة، ونغطيها بطبقة من التربة، لا تزيد عن سنتيمتر واحد.

يصلح هذا النبات للزراعة كنبات تزييني في المناطق التي تعاني من الجفاف والتملح، ومن المعروف أن وجود بضعة نباتات من السرخس الحلو في حديقة أو شارع ماء، كفيلة بأن تعطر الجو بأريجها في تلك الحديقة أو ذلك الشارع.

يحتمل السرخس الحلو الصقيع، كما أنه مناسب للزراعة في الأحراش التي تتعرض للحرائق. وتتميز الزيوت الطيارة المستخرجة من أوراق السرخس الحلو بخواص سامة للخلية السرطانية cytotoxic activities، وقد رجحت الدراسات العلمية فاعلية خلاصة هذا النبات، في القضاء على خلايا سرطان الرئة عند الإنسان human lung carcinoma cell، وخلايا سرطان القولون الغدية colon adenocarcinoma cell.

إن الدراسات العلمية الحديثة قد أكدت فاعلية الزيوت الطيارة (EO's) (Essential oils) المستخلصة من النباتات المختلفة في علاج السرطان أو التخفيف منه، شريطة أن تكون تلك الزيوت الطيارة زيوتًا نباتية حقيقية ..

واليوم يستخدم مزيج الزيوت العطرية، والخلاصة المائية المستخرجة من نباتي السرخس الحلو

(Sweet fern (comptonia peregrina) ونبات الشمعاء (sweet gale (myrica gale)، في علاج سرطان القولون وسرطان الرئة.

وقد حققت الخلاصة الزيتية والمائية المستخرجة من أشنة الأرض الخضراء Greenland moss, aka Labrador Tea (ledum greonlandicum)، نتائج واعدة ومبشرة للغاية، في علاج سرطان الكبد وسرطان الرئة وسرطان القولون.

كما أن شاي مارش لابرادور Marsh Labrador Tea قد أثبت فاعلية في الوقاية من أخطار التعرض لأشعة جاما gamma radiation.

هذا بالإضافة إلى فاعلية فيتامين (د) في الحد من انتشار الأورام الخبيثة، والعكس بالعكس؛ حيث يؤدي نقص هذا الفيتامين في الجسم إلى ضعف مقاومة الجسد للأورام السرطانية.

## نبات السرخس الحلو في سطور:

السرخس الحلو ليس سرخسًا حقيقيًا، بل هو سرخس كاذب، أو هو نبات من أشباه السراخس؛ لأنه نبات مزهر ومنتج للبذور، ولأن له أغصان .. ونحن نعلم بأن السراخس الحقيقية هي نباتات غير مزهرة، ولا تنتج بذورًا، وليس لها أغصان.

في البيئة الأمريكية يعتبر السرخس الحلو من النباتات المقاومة للجفاف والتملح.

السرخس الحلو نبات مقاوم للحرائق.

السرخس الحلو نبات عطري بامتياز، وفي الغابات الأمريكية يستطيع هواة وعلماء النبات العثور عليه باستخدام حاسة الشم.

السرخس الحلو نبات برى؛ لذلك فإن نقله من الغابات إلى الحدائق يحتاج إلى خبرة وعناية، وليس بالأمر السهل.

السراخس الحقيقية fern هي نباتات وعائية vascular plant غير مزهرة flowerless، تترتب أوراقها على شكل سعف fronds كسعف النخيل، وتتكاثر السراخس بواسطة الأبواغ spores، التي تطلق من الأوجه السفلية للأوراق، وغالبًا ما نجد السراخس في المناطق الجبلية في الجهة الأقل جفافًا من الجبل، والجهة الأقل تعرضًا لأشعة الشمس .. كما أننا نجدها كذلك في الغابات الرطبة الظليلة؛ حيث إن هذه النباتات محبة للظل والرطوبة، ومن أمثلة هذا النبات نبات المنشار التزييني، ونبات كزبرة البئر.

\*\*\*

## ملحق (2)

## أشجار مقاومة للجفاف والتملح

شجرة الأمن الغذائي - إيرثرينا إيدوليس تريانا ( *Erythrina edulis Triana ex Micheli* ):

ليس كل ما يؤكل هو من مقومات الأمن الغذائي؛ حيث إن كل محصول غير قابل للتخزين، وكل محصول لا يحوى النشاء والبروتين بنسب مرتفعة، وكل محصول لا يستخرج منه الزيت أو السكر - لا يعتبر من المحاصيل الإستراتيجية الأساسية فى مسألة الأمن الغذائي؛ فعلى سبيل المثال: ما هو تأثير اختفاء محاصيل كالتفاح والمشمش والتين والخوخ والرمان والدراق وغيرها من الأسواق؟

لن يكون لذلك أى تأثير، ولكن ما هو تأثير اختفاء أو نقص البطاطس أو الفول أو الحمص أو الأرز والزيت والسكر والدقيق؟ لابد أن تأثير ذلك سيكون كارثياً ..

ما ذكر سابقاً لا ينطبق على بعض الأشجار المثمرة كالموز ونخيل التمر وجوز الهند؛ لأن هذه الأشجار تلعب دوراً مهماً فى مسألة الأمن الغذائي؛ فثمار الموز غنية بالنشاء، أما ثمار التمر فهى غنية بالسكر، كما أنها قابلة للتخزين لأشهر، وربما لسنوات؛ وكذلك فإن ثمار جوز الهند غنية بالدهون.

شجرة بقولية ضخمة ذات أوراق ثلوثية، وتتموضع بذور هذه الشجرة داخل قرون، يصل طول القرن إلى نحو 30 سنتيمتراً، ويحوى القرن الواحد نحو ست بذور، تحوى بذور الإيثرينا أكثر من 20% بروتين، و1% دهون، و8% ألياف .. ويتوجب قلى البذور أو غليها لمدة 45 دقيقة؛ حتى تصبح صالحة للأكل، ويمكن طحن بذور الإيثرينا ومزجها مع الدقيق لصناعة الخبز والمعجنات، ويتوجب تجنب تناول البذور غير المطهية، ويمكن استخدام بذور الإيثرينا كذلك كأعلاف للدواجن والأسماك.

كما تحوى أوراق الإيثرينا نسبةً مرتفعة من البروتين، تصل إلى 24% و21% كربوهيدرات (من وزنها الجاف طبعاً)، ونسباً مرتفعة من البوتاسيوم.

الموطن الأصلي: فينزويلا والبيرو والمكسيك والإيكوادور وكولومبيا.



لا تنمو شجرة الإيثرينا في الأراضي ذات التفاعل الحامضي التي يقل رقمها الهيدروجيني PH عن 4.5، وتنمو هذه الشجرة في مناطق يتراوح ارتفاعها بين 1000 و3000 متر فوق سطح البحر، وتلك المناطق تتلقى في العام الواحد ما بين 450 و1500 ملمتر من الأمطار. أما درجة الحرارة في تلك المناطق فتتراوح بين 5 و25 درجة مئوية.

وتمتاز شجرة الإيثرينا بإنتاجيتها المرتفعة؛ حيث تنتج الشجرة الواحدة - التي يزيد عمرها عن سبعة أعوام - أكثر من 150 كيلو جرام، كما ينتج الهكتار الواحد في كولومبيا أكثر من 80 طنًا من الأعلاف في العام الواحد.

تبدأ شجرة الإيثرينا في الإزهار وإنتاج البذور بعد نحو 3 أعوام من الزراعة؛ حيث تنتج عناقيد زهرية متناظرة zygomorphic (ثنائية الجانب) bilaterally symmetrical، ذات معاليق صغيرة pedicels، على أن نسبة عالية - تصل إلى 80% - من الأزهار تكون غير منتجة للبذور.

وبذور الإيثرينا ضخمة الحجم، يتراوح طولها بين 3 و7 سنتيمترات، ويتراوح وزن البذرة الواحدة بين 5 و25 غرامًا.

يتم إكثار شجرة الإيثرينا بواسطة البذور، لكن من الواجب زراعة البذور بأسرع وقت ممكن بعد الحصاد؛ حيث تنخفض قابلية البذور للإنبات يوميًا بعد يوم .. فبعد شهر واحد من الحصاد تفقد نصف البذور قابليتها للإنبات؛ لذلك يتوجب الانتباه جيدًا لهذه الناحية عند استيراد بذور هذه الشجرة بقصد زراعتها، ويمكن إكثار شجرة الإيثرينا كذلك بواسطة القصاصات shoot والعقل الساقية stem cuttings.

إن شجرة الإيثرينا من الأشجار سريعة النمو؛ حيث يمكن أن يصل ارتفاع هذه الشجرة إلى مترين بعد 8 أشهر من زراعتها، عندما تتوفر كمية مناسبة من المياه لها. وشجرة الإيثرينا هي من الأشجار البقولية، التي تقوم بتثبيت النيتروجين.

تعيش شجرة الإيثرينا لمدة تتراوح بين 30 و40 عامًا، وهي شجرة سريعة النمو؛ حيث تنمو بمعدل مترين ونصف في العام الواحد، وتبدأ في إنتاج البذور بعد نحو سنتين أو ثلاث سنوات من الزراعة، أما القصاصات (العقل) Cuttings، فإنها تبدأ في إنتاج البذور بعد نحو سنة ونصف من زراعتها، ويمكن زراعة عقل ضخمة الحجم (سطمات) من هذه الشجرة، يبلغ طولها مترًا واحدًا، وقطرها نحو 5 سنتيمترات، ويتوجب غمس طرفي القصاصة بالبارافين؛ لمنع تعفنها قبل زراعتها، كما يتوجب أن نغرس القصاصة في التربة بعمق يتراوح بين 30 و50 سنتيمترًا.

ويمكن زراعة الإيثرينا بشكل مكثف ومقصر لإنتاج الأعلاف الورقية؛ حيث ينتج الهكتار الواحد - الذى يحوى أشجاراً بعمر سنتين - نحو 80 طنًا من الأوراق، وينتج الهكتار الواحد ستة أطنان من الأوراق الجافة والمسحوقة، التى تستخدم كأعلاف للدواجن، غنية بالكاروتين carotene.

وكما ذكرت سابقًا، فإن بذور الإيثرينا تفقد قابليتها للإنبات بعد أيام قليلة من الحصاد؛ لذلك يتوجب إخراج البذور من القرون بأسرع ما يمكن، وحفظها فى أكياس ورقية فى مكان بارد ومظلم .. لكن من الممكن إطالة صلاحية بذور الإيثرينا (المدة التى تكون خلالها صالحة للإنبات)، وذلك بغمسها فى البرافين paraffin المذاب، بحيث تغطى البذور بطبقة رقيقة من الشمع.

تزرع بذور الإيثرينا بحيث يكون جانبها المحدب convex متجهًا نحو الأعلى.

لا تحتل شجرة الإيثرينا الجفاف والصقيع الشديد، خصوصًا فى سنواتها الأولى.

لزيادة مقاومة شجرة الإيثرينا للجفاف، يتم تطعيمها على أصل من الصنف المقاوم للجفاف (إيثرينا فالكاتا *Erythrina falcata*، .. كما أن الأشجار التى تزرع انطلاقًا من البذور وليس من القصاصات، تكون أطول عمرًا وأعمق جذورًا وأشد مقاومةً للجفاف.

#### ملاحظات نهائية:

يتوجب الحذر من أن هنالك أصنافًا أخرى من شجرة الإيثرينا لا تصلح للأكل؛ لذلك علينا التركيز على الصنف إيثرينا إيدوليس.

يمكن مزج دقيق بذور شجرة الإيثرينا مع الدقيق المعد لصناعة الخبز والمعجنات، وبالتالى يمكن تخفيض كمية القمح المستوردة.

شجرة الإيثرينا شجرة رائعة الجمال، وهى شجرة تزيينية من الطراز الأول؛ لذلك يمكن زراعتها فى الحدائق.

نستفيد من محصولها الذى يمكن أن نبقية كمصدر للطعام بشكل اعتيادى، وفى أوقات الجوائح والأزمات.

## ملحق (3)

## موسوعة النباتات الاقتصادية المقاومة للتملح

1- الأجروبيرون - النجيل *Agropyron - Elytriga elongata - Tall wheat grass*

موطنه الأصلي روسيا وآسيا الوسطى؛ حيث ينمو على شواطئ البحار، وقد تم استقدامه إلى أستراليا

في منتصف القرن الماضي .. وهذا النبات يتحمل الترب الجافة والمتملحة بشكل جيد، ويتكاثر بالبذور،

وقد ذكرت بعض المصادر أن عشبة الأجروبيرون قد استخدمت في تنظيف التربة من آثار الإشعاعات

النوية في المناطق المحيطة بمفاعل تشيرنوبيل في روسيا بعد حادثة التسرب الشهيرة؛ حيث كان هذا

النبات يقوم بامتصاص الإشعاعات من التربة، وبعد ذلك كان يتم حصاده والتخلص منه بطرق فنية.

2- أرثروكنيم فروتيكوزوم *Arthrocnemum fruticosum*

زرعت بشكل تجربي في فلسطين، وكانت تروى بماء البحر.

3- شجيرة الأتريليكس *Atriplex*

شجيرة معمرة دائمة الخضرة، ومقاومة للتملح .. تنمو في معظم أجزاء الكرة الأرضية، والصنف *Atriplex nummularia* ينمو في مناطق لا تتجاوز الهطولات المطرية فيها 200 ميليمتر سنوياً.

وينتج هذا الصنف كمية من الأعلاف الجافة سنوياً، تقدر بأربعة أطنان في الهكتار الواحد في ظروف الزراعة البعلية، وتتضاعف كمية الإنتاج عند رى هذه الشجيرة، ولو كان الرى بمياه مالحة.

وتشكل البروتينات نحو 10% من الوزن الجاف لأوراق هذا النبات، ويمكن لهذا النبات أن

يبقى حياً إذا حصل على مقدارٍ من الهطولات المطرية لا يتجاوز خمسين مليمتراً في العام.

الصف **Atriplex canescens**: موطنه الأصلي أمريكا الشمالية، وتمتاز بذوره بمقدرتها على الإنبات في بيئة شديدة الملوحة؛ لذلك فإن من الممكن زراعة بذور هذا الصف مباشرةً في التربة الدائمة المملحة، دون الحاجة إلى زراعتها في مستنبتات، وريها بماءٍ منخفض الملوحة قبل نقلها إلى الحقل .. أما الصف أتريليكس هاليموس **Atriplex halimus** فهو صنفٌ شائعٌ في منطقة حوض المتوسط، وقد أثبتت التجارب الميدانية التي أجريت في فلسطين ودول المغرب العربي أن مقاومة هذا الصف للجفاف وتملح التربة، قد تفوق مقاومة كل من الصنفين أتريليكس كانيسينس **Atriplex canescens**، وأتريليكس نامولريا **Atriplex nummularia**؛ حيث ينمو هذا الصف بشكلٍ جيدٍ في مناطق لا تتجاوز الهطولات المطرية فيها 200 مليمتراً سنوياً.

الصف أتريليكس أمنيكولو **Atriplex amnicolo**: هو عبارة عن شجيرة صغيرة، تحمل الرعى، كما تحمل كذلك الغمر بالماء المالح، والصف المتوسطى أتريليكس هاليموس السابق الذكر يمكن ريه بماءٍ يحتوى ما نسبته 3٪ من أملاح كلور الصوديوم، ويتم إكثار هذا الصف بالعقل؛ حيث تتم زراعة هذه العقل لعدة أشهرٍ في مستنبتات قبل نقلها إلى الأرض الدائمة.

وكما ذكرت سابقاً، فإن الأتريليكس هو نباتٌ رعوى، ولكن يجب ألا يسمح بالرعى في المناطق المنزرعة بهذا النبات إلا بعد مرور ثلاثة أعوام على زراعة شجيراته؛ حتى تتمكن من الصمود، وتجديد نفسها؛ ولذلك ينبغي أن تضبط عملية الرعى، ليس فقط في الأراضي المنزرعة بهذه الشجيرات، بل في جميع الأراضي الرعوية؛ لأن جميع الشجيرات الرعوية تتشابه من ناحية عدم تحملها للرعى في سنواتها الأولى.

ويجب الانتباه إلى أن بذور الصف أتريليكس لينتيفورميس، تحتاج إلى درجة حرارة مرتفعة حتى تنبت (تنبت)؛ لذلك فإن بذورها لا تنبت في المناطق الباردة إلا في مستنبتاتٍ مدفئة.

وقد أجريت تجارب على عدة أصنافٍ من شجيرة الأتريليكس في فلسطين؛ حيث تم استخدام مياه البحار في رى أصنافٍ مختلفة من هذا النبات، وقد ثبت بالتجربة أن الصف **Atriplex barclayana** كان الأشد مقاومةً للملح، والأقوى نمواً في ظروف الإجهاد الملحي.

ويمكن استخدام الصف **Atriplex lentiformis** كحطبٍ للتدفئة والطهي، بالإضافة إلى قيمته الرعوية، أما الصف أتريليكس كانيسينس **Atriplex canescens**، فإنه يتميز بإنتاجيةٍ

عالية، تصل إلى كيلو ونصف الكيلو غرام في المتر المربع من الأعلاف سنوياً، وذلك عندما يروى بماءٍ تشكّل أملاح كلور الصوديوم 4٪ منه.

4- أداتودا فاسيكا (*Adhatoda vasica*):

شجيرة دائمة الخضرة، مقاومة لملح التربة، تنتشر في الهند، وتستخرج منها مركباتٌ معقمة للجروح، وأوراق هذه الشجرة وقشرتها تحوى مركباً قلوياً، يدعى فاسيسين vasicine، ويستعمل هذا المركب في علاج الربو والتهاب الشعب الهوائية.

5- أنيموبسيس كاليفورنيكا (*Anemopsis californica*):

عشب معمر، ينتشر في الولايات المتحدة والمكسيك، وتستخرج من جذوره مركباتٌ تستعمل في علاج السعال والإنفلونزا، كما تستعمل خلاصة جذوره في علاج الجروح والأورام الخارجية.

6- سبورابولوس إيرايديس (*Sporobolus airoides*):

عشب معمر، ينتشر في الولايات المتحدة والمكسيك في الترب القلوية ذات الملوحة المنخفضة، وينتج هذا العشب بذوراً صالحةً للطعام بكمياتٍ كبيرة.

7- أتريليكس ترينجيولاريس (*Atriplex trainularis*):

تشبه أوراق هذا الصنف أوراق السبانخ من حيث الشكل والمحتوى الغذائي، وهذا النبات حولي، ويعيش قرب شواطئ البحار والمحيطات في أمريكا الشمالية، ويرتوى بماء البحار، وينتج الهكتار الواحد المنزرع بهذا النبات أكثر من عشرة أطنان من الأوراق الخضراء.

8- الأسبراجوس - الهليون (*Asparagus officinalis*):

الهليون نباتٌ معمر، تؤكل ساقه، كما أن بعض أصنافه تعتبر من ضمن نباتات الزينة، ويحتاج هذا النبات إلى عدة أعوام حتى يدخل في طور الإنتاج، لكنه يستمر في الإنتاج لمدة تزيد عن العشرين عاماً.

يروى الهليون في تونس بماءٍ يحتوى اللتر الواحد منه على خمسة غرامات من ملح كلور الصوديوم، كما أنه يزرع كذلك في فلسطين في صحراء النقب Negev desert، ويروى كذلك هنالك بماءٍ يحوى نسبةً عاليةً من الأملاح، وتحمل الأملاح أمراً اعتيادي بالنسبة لنبات الهليون؛ لأنه ينمو بشكلٍ طبيعي على حواف السباح (المستنقعات ذات المياه المالحة).

## 9- الأكاسيا (Acacia):

تعتبر أستراليا الموطن الأصلي لشجرة الأكاسيا، والتي يبلغ عدد أصنافها قرابة 900 صنف، وكثير من أصناف الأكاسيا هي أصنافٌ مقاومةٌ للملح؛ كالأصناف longifolia لونغيفلولا و saligna و sophorae وقد نجحت زراعة هذه الأصناف في فلسطين ودول المغرب العربي لتثبيت الكثبان الرملية، وكذلك فإن الأصناف التالية تنمو في أوساط شديدة الملوحة: cyclops, pendula, floribunda, translucens, xiphophylla pycnatha, retinodes, ampliceps, والصنف آكاسيا أوريكاليفورميس Acacia auriculiformis، هو صنف مناسب للشواطئ، ويتحمل تربة درجة قلويتها  $ph=9$ .

كثير من أصناف الأكاسيا هي من الأصناف التي تقوم بتثبيت الآزوت الجوي في التربة، وتزرع الأكاسيا لأغراض تزيينية، كما تزرع كذلك كنباتٍ رعوى، لكن احتواء خلاياها على تراكيز عالية من مركب الليغنين lignin ومركب التانين tannins، هو من الأمور التي تعيق - إلى حدٍّ ما - مقدرة المواشي على تناول وهضم أوراقها، وبذور الأكاسيا ذات قيم غذائية عالية، تفوق قيمة القمح والأرز الغذائية؛ فهي تحتوى على 20% بروتين و35% دهون. (لا تعنى الفقرة السابقة أن بذور الأكاسيا صالحة للاستهلاك البشري؛ فهذا أمر بحاجة إلى المزيد من الدراسة).

## 10- أرجينيا سبينوزا: Argania spinosa - Argan

شجرة رعوية، تغطي مساحة تزيد عن نصف مليون هكتار في المغرب العربي (حسب بعض المصادر)، ويستخرج من بذورها زيت صالح للطعام.

## 11- بالآنايتس (Balanites roxburhii):

يستخرج من ثمار هذا النبات المقاوم للملح مركب الدايسوجينين diosgenin، والدايسوجينين هو المادة الخام التي تتركب منها الأدوية الستيرويدية steroidal، ويشكل هذا المركب نحو 3% من محتويات الثمرة، ومن هذا المركب يتم تصنيع هرموني البروجيستيرون progesterone، والكورتيزون cortison، وعددٌ آخر من الهرمونات.

لكن هذا النبات لم يدخل حيز الاستثمار التجاري بعد؛ لأن تصنيع الهرمونات السابقة مازال يتم انطلاقاً من مركب السيتوستيرول sitosterol، الذي يستخرج من فول الصويا soybean.

ومن المؤكد أن مناخ السودان مناسبٌ جدًا لزراعة هذا النبات؛ بغرض استخراج مركب الدايسجينين من ثماره؛ حيث تشير التقديرات الأولية إلى أن بإمكان السودان أن يزود العالم بنصف احتياجاته من هذه المركبات الدوائية المهمة.

#### 12- مونوسبيرما (*Butea monosperma*) - شعلة الحرج (*Flame of forest*):

المونوسبيرما شجيرة رائعة الجمال، مقاومة للتملح، تزرع لأغراض جمالية.

#### 13- الشعير (*Barley - Hordeum vulgare*):

يعتبر الشعير أحد أشد الحبوب مقاومةً للتملح؛ حيث ينتج الهكتار الواحد من الشعير نحو أربعة أطنان من الحبوب عندما يروى بماءٍ درجة ملوحته تساوى نصف درجة ملوحة مياه البحار.

#### 14- المانجروف الأسود (*The Blavk Mangrove - Avicenna germinans*):

شجرٌ مقاوم للأملح، تتحمل جذوره الغمر في الماء المالح، وأزهار هذا النبات تنتج كمياتٍ وفيرة من الرحيق؛ لذلك فهو مناسبٌ جدًا لتربية النحل.

#### 15- *Cordgrass*:

ينتمي هذا العشب المعمّر إلى جنس السبارتنا *Spartina*، وينتشر في الأمريكتين وأوروبا وإفريقيا، ويمتاز من الناحية التشريحية بأن ساقه محفوفة؛ حتى تسمح للهواء بالوصول إلى الجذور المغمورة في الماء المالح، وذلك حتى تتمكن خلاياها من القيام بالمبادلات الغازية الضرورية.

يتكاثر هذا النبات بتجزئة الريزومات، ويمكن أن يتكاثر كذلك بالبذور، ويعتمد هذا النبات في مقاومته للأملح على إستراتيجية طرح الأملاح الزائدة عبر غدٍ خاصة موجودة في الأوراق.

#### 16- كريزوسامنوث - شجرة المطاط : *Chrysothamnus nauseosus - Rubber rabbitbush*

شجرة المطاط الرسمية المعروفة في الأوساط التجارية هي شجرة الهيفيا برازيلينسيس *Hevea brasiliensis*، أما شجرة الكريزوسامنوث فهي عبارة عن شجيرة بديلة لإنتاج المطاط، وإنتاجها أقل من إنتاجية شجرة الهيفيا إلى حدٍ ما، والكريزوسامنوث شجيرة مقاومة للتملح، موطنها الأصلي أمريكا الشمالية، وتفرز هذه الشجرة مطاطًا طبيعيًا، كما أنها تفرز كذلك صمغًا

هايدرو كاربونيًا، يمكن استخدامه كمبيد حشري وفطري .. ويشكل المطاط أكثر من 5٪ من مكونات هذه الشجرة، أما الصمغ فإنه يشكل أكثر من 20٪ من مكوناتها.

#### 17- كالفيلم إنوفلم – الغار الإسكندري *Calophyllum inophyllum* – Alexandrian

:laurel

يعيش هذا النبات على سواحل سريلانكا وبورما والهند، ويستخرج من هذا النبات مركب الكالفيلويد calophyllolide (نسبةً إلى اسم النبات كالفيلم *Calophyllum*)، ويستخدم هذا المركب في علاج الالتهابات والروماتيزم، وتحتوي بذور هذا النبات كذلك على زيت يتميز بخواص قاتلة للبكتيريا، يستخدم في صناعة الصابون.

#### 18- كاثارانثس روزياس (*Catharanthus roseus*):

ينتشر هذا النبات على سواحل الهند، ويتحمل العيش في أوساط موصليتها الكهربائية تبلغ 12 dS/m، وجذور هذا النبات تحوي مركبات قلبية تستخدم في علاج اللوكيميا leukemia، أما أوراقه فتحوي مركبات قلبية ذات خواص خافضة لضغط الدم.

#### 19- سيترولوس كولو سينتس (*Citrullus colocynthis*):

نباتٌ معترش معمر، مقاوم للملح، ينتشر على سواحل الهند وباكستان، ويستخدم لمنع رمال الشواطئ من الانجراف، ويستخرج من ثماره الناضجة مركب الكالوسينت colocynth (نسبةً إلى اسم النبات كولو سينتس colocynthis)، ولهذا المركب خواص ملينة ومسهلة.

#### 20- كازورينا إيكويستيفوليا (*Casuarina equisetifolia*):

شجرة دائمة الخضرة، سريعة النمو، موطنها الأصلي أستراليا وماليزيا، والكازورينا تزرع كذلك على سواحل الصين؛ لثبيت الرمال.

وتنمو هذه الشجرة في الترب الفقيرة، وتحمل الملوحة العالية، كما تعيش في ترب درجة قلويتها  $ph=9$ ، وتنمو الكازورينا في أوساط تشكل أملاح كلور الصوديوم ما نسبته 1٪ منها، لكن هنالك أصناف أخرى من الكازورينا، تتحمل تراكيز أعلى من الأملاح، ومن هذه الأصناف: *obesa* أوبيسا – جلوكا *glauca* كريستاتا *cristata*.



**21- كوكولوبا يوفيفيرا Cocoloba uvifera - عنب البحر: The sea grape**

نباتٌ معمر مقاوم للأملاح، يعيش في مستعمراتٍ على شواطئ البحار، وتنتج أزهاره كميةً وافرةً من الرحيق؛ لذلك فإنه مناسب جدًا لتربية النحل، أما ثماره فهي صالحة للأكل، وتستعمل أخشابها لصنع الأثاث المنزلي، كما تستعمل كذلك كوقود.

**22- عشبة الملح: (Distichlis palmeri - palmer saltgrass)**

نباتٌ ريزومي معمر perennial، سريع النمو، بذوره صالحةٌ للطعام، وقد اعتاد الهنود على جمع هذه البذور من على الشواطئ وطحنها؛ ومن ثم استخدام دقيقها في صناعة الخبز. وينتج الهكتار الواحد طنًا واحدًا من الحبوب عندما يروى بماءٍ يشكل ملح ككور الصوديوم أكثر من 2% من مكوناته، وتحتوي بذور هذا النبات على ثلاثة أضعاف ما تحتويه بذور القمح من الألياف.

**23- نخيل الزيت الأمريكي Elaeis oleifera:**

ينتشر هذا النبات في المستنقعات الساحلية المالحة في الأمازون، وتجمعه صلة قربي مع نخيل الزيت الإفريقي. *Elaeis guineensis*.

**24- يوكاليبستوس هالوفيليا: Eucalyptus halophila**

مقاوم للتملح، وينمو على ضفاف البحيرات المالحة في أستراليا. *Eucalyptus sargentii* هو من أقوى أصناف اليوكاليبستوس؛ حيث ينمو هذا الصنف في مناطق تظهر فيها طبقةٌ من الملح على سطح التربة بشكلٍ واضحٍ للعيان. *Eucalyptus angulosa* هو صنفٌ مقاومٌ للتملح، ينمو على الشواطئ الأسترالية، ويتحمل الرذاذ المالح، ويستخدم كمصد للرياح.

أما الصنف يوكاليبستوس سرجينيتيا *Eucalyptus sargentii*، والصنف يوكاليبستوس أكسيدينتاليس *Eucalyptus accidentalis*، فهما من أشد الأصناف تحملاً للإجهاد الملحي، وقد كانا يستطيعان العيش في أوساطٍ موصليتها الكهربائية تبلغ 30 dS/m.

*Eucalyptus accidentalis* صنف مقاوم للجفاف، ويتحمل الأملاح، كما تتحمل جذوره الغمر في الماء المالح؛ حيث إنه ينمو قرب البحيرات المالحة.

*Eucalyptus torquata* كذلك من الأصناف المقاومة للتملح.

ومن أصناف اليوكاليتوس المقاومة للملح نجد الأصناف:

calophylla كالوفيللا – spathulata سباتولات l argiflorens لارجيفليرينس

l oxophleba لاكسفليبا – neglecta نيجليكتا – kondininensis كوندينينينسيس.

## 25- جرينديلا كامبوروم (Rhodes grass Grindelia camporum):

شجرة معمرة، مقاومة للملح، تفرز كميات وفيرة من صمغ عطري يغطي سطح النبات، وهذا الصمغ غير متطاير non volatile، وغير قابل للذوبان في الماء، لكنه ينحل في المذيبات العضوية organic solvents، ويشكل الصمغ نحو 10٪ من الوزن الجاف لهذا النبات، وهذا الصمغ يستخدم في صناعة أحبار الطباعة والدهانات والمواد اللاصقة، ولهذا الصمغ خواص مشابهة لخواص مركب التيربينويد terpenoids.

## 26- مسمبري أنثيمم كريستالينوم (Mesembry anthemum crystallinum):

عشب حولي عصاري، موطنه الأصلي جنوب إفريقيا.. ينمو على شواطئ البحار، وأوراقه وبذوره صالحة للأكل.

## 27- سويدا ميريتما ((Suaeda maritime):

نباتٌ مقاومٌ للأملح، ينمو على شواطئ الهند، ويزرع لتثبيت الكثبان الرملية، وهو صالح للأكل.

## 28- اللوز الهندي (Indian almond):

شجرة ضخمة، يصل ارتفاعها إلى أكثر من 20 مترًا، موطنها الأصلي ماليزيا، ثمارها حلوة، وبذورها تستعمل كبديل عن اللوز almond، وخشب هذه الشجرة مناسب لصناعة الأثاث المنزلي.. تتميز هذه الشجرة بمقاومتها للملح وللعواصف ورذاذ البحر المالح.

## 29- الجوجوبا (Jojoba (Simmondsia chinesis):

نباتٌ صحراوي معمر، بذوره غنية بالزيت، الذي يشكل نصف وزن البذور، وزيت الجوجوبا مشابهٌ لزيت حوت العنبر sperm - whale oil، ويستخدم زيت الجوجوبا في صناعة مستحضرات التجميل.

تروى الجوجوبا بمياهٍ تحوى أقل من 1٪ من الملح، وفي فلسطين تزرع الجوجوبا قرب البحر الميت.

30- جانكوس (*Juncus*):

نبات ريزومي، تستخرج منه ألياف صالحة لصناعة الورق، وفي مصر يوجد صنفان من الجانكوس، يستخدمان للحصول على المواد الأولية لصنع عجينة الورق، وهما:

جנקوس ريجيداس *Juncus rigidus*، وجنكوس أكيوتاس *Juncus acutus*، على أن الصنف *Juncus rigidus* هو أشد مقاومة للإجهاد الملحي من الصنف *Juncus acutus*، كما أن إنتاجية الصنف *Juncus rigidus* تكون ضعف إنتاجية الصنف *Juncus acutus* في ظروف الإجهاد الملحي، ويتجاوب هذان الصنفان بشكل جيد جدًا مع الأسمدة الآزوتية والفوسفورية؛ حيث تؤدي هذه الإضافات السمادية إلى زيادة الإنتاج كمًا ونوعًا؛ فتزيد كمية المحصول، وتزداد أطوال الألياف، وهي صفة مرغوبة في صناعة الورق.

إن قوة عجينة الورق المستخرجة من هذا النبات، تعادل ثلثي قوة عجينة الورق الاعتيادية المستخرجة من النباتات التقليدية.. وفي الهند ينتج الهكتار الواحد من الجانكوس نحو طن ونصف الطن من عجينة الورق في ظروف الإجهاد الملحي.

31- ليبتا كول فاسكا - كالار (*Leptochloa fusca* - Kallar):

نبات معمر شديد المقاومة للأملاح والرعي، كما أن جذوره تتحمل الغمر في الماء المالح لمدة طويلة، ويمتاز هذا النبات بجذور قوية، تتعمق في التربة، وتعمل على تفتيت الترب القاسية.

يتم إكثار هذا النبات بواسطة العقل والبذور، والموطن الأصلي لنبات الليبتا كل فاسكا هو الشرق الأوسط وجنوب شرق آسيا وإفريقيا، ويزرع هذا النبات في باكستان للحصول على الأعلاف؛ حيث ينتج الهكتار الواحد نحو أربعين طنًا من الأعلاف، يتم قطفها على خمس دفعات.

32- لوكينا (*Leucaena*):

اللوكينا هي نبات مقاوم للجفاف والملح، يزرع على سواحل باكستان، ويروى بماء درجة ملوحته 14 dS/m.

33- ليكولا سبينوزا (*Licuala spinosa*):

من النخيليات المقاومة للملح.

## 34- ليمنيوم (Limonium):

نبات الليمنيوم هو من أزهار القطف التجارية التي تروى بماء البحر.

## 35- مانيل تاميند (Manila tamarind):

شجرة دائمة الخضرة، تنمو على السواحل، وهي من الأشجار التي تحتل المياه المالحة والجفاف، ويتم إكثار هذه الشجرة بالبذور والعقل، وتستهلك قرونها كفاكهة.

## 36- نيتاريا بيلارديري (Nitraria billardieri):

نبات زينة يروى بماء البحر.

## 37- نخيل النيبا (Nypa fruticans - The Nipa palm):

ينتشر هذا النخيل في المستنقعات الساحلية في أستراليا وماليزيا والبنغال وبورما؛ حيث تكون جذوره مغمورة في المياه المالحة، والمذهل أن هذا النخيل المقاوم للملح هو من النباتات المنتجة للسكر؛ حيث يشكل السكر ما نسبته 15% من نسيج هذا النبات، الذي يمكن جمعه بعد قطف الثمار.. وهذا النخيل ينتج كميات وفيرة من النسيج السكري؛ حيث يمكن جمع أربعين لترًا من النسيج السكري من كل شجرة في الموسم الواحد، وينتج الهكتار الواحد المنزوع بهذا النخيل نحو ثلاثين ألف لتر من النسيج السكري في العام، ويمكن استخدام هذا النسيج السكري في صناعة السكر، أو في صناعة الكحول، ويجب تصنيع هذا النسيج السكري قبل أن يتخمر، متحولًا إلى أسيتيك أسيد. acetic acid.

## 38- أونكوسبيرما فيليمينتوزا (Oncosperma filimentosa):

من النخيليات المقاومة للأملاح التي تنتشر في الهند والفلبين.

## 39- الأرز (Oryza sativa - Rice):

بإمكان الأرز أن يتحمل تركيز أملاح يصل إلى 1% في وسط النمو، لكن ازدياد تركيز الأملاح يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في إنتاج الأرز.

## 40- كوتشيا بروسترات (Kochia prostrate):

شجيرة معمرة رعوية، تتحمل الجفاف والتربة القلوية والتملح بشكل جيد، ويمكن لهذه الشجيرة أن تتحمل درجة ملوحة قدرها 17 dS/m، دون أن تنقص إنتاجيتها من الأعلاف، وقد تمت زراعة هذا النبات في المملكة العربية السعودية.

## 41- بارثينيوم أرجينتاوم:

تعتبر هذه الشجرة الصحراوية إحدى مصادر المطاط الطبيعي البديلة لشجرة الهيفيا برازيلينسيس، لكن إنتاجها من المطاط ينقص كلما ازدادت ملوحة التربة؛ حيث ينخفض الإنتاج إذا ازدادت الملوحة عن 7 dS/m، وينخفض الإنتاج بمعدل 5% كلما ازدادت الموصلية الكهربائية درجة واحدة، وإنتاج الهكتار الواحد المنزرع بهذه الأشجار يبلغ أكثر من 350 كيلو غرام، أما إنتاج الهكتار الواحد من شجرة الهيفيا برازيلينسيس فهو يزيد عن الطن سنوياً.

## 42- بوكسينيليا (Puccinellia):

نبتٌ رعوى شديد المقاومة للأملاح، ينتشر في أستراليا ودول المغرب العربي.

## 43- تشينوبوديوم (Quinoa - Chenopodium):

ينمو هذا النبات في تشيلي، في مناطق لا يزيد معدل الأمطار السنوي فيها عن 250 ملليمتر، وهو عبارة عن عشبٍ حولي، ارتفاعه حوالي 1,5 متر، ويصل هذا النبات إلى مرحلة البلوغ بعد ستة أشهر من الزراعة؛ حيث ينتج كميات ضخمة من بذور صغيرة الحجم، تشكل نحو ثلث وزن النبات الجاف، وهذه نسبة عالية فعلياً، وينتج الهكتار الواحد من هذا النبات نحو طنين ونصف من البذور الصالحة للأكل.

ومن الملاحظ أن بذور هذا النبات ذات مذاق مر بعض الشيء، ومرد ذلك إلى وجود مادة الصابونين saponins في الغلاف الخارجي للبذرة، ولكن من الممكن التخلص من المذاق المر، بغسل البذور بالماء البارد، ويصنع من بذور هذا النبات دقيق صالح لصناعة الخبز والمعجنات.

## 44- سولسولا ايبيريكا - الشوك الروسي (Salsola iberica):

نبتٌ حولي، مقاومٌ للملح والجفاف، ينتشر في الولايات المتحدة، وينتج الهكتار الواحد من هذا النبات نحو عشرة أطنانٍ من الأعلاف، وعند زراعة هذا النبات يجب ألا نعرض بذوره إلى تراكيز عالية من الأملاح؛ حيث إن مقاومة بذور وبادرات هذا النبات للملح تكون ضعيفة.

يمكن البدء برى هذا النبات بالماء المالح بعد أسبوعٍ من الزراعة، ويمكن حصاده بعد شهرين فقط من الزراعة.

#### 45- حشيشة الطمي - باسبالوم فاجيناتوم (*Silt grass - Paspalum vaginatum*):

ينتشر هذا النبات على الشواطئ الطينية البحرية، ويمتاز بجذور قوية وكثيفة ومتشابكة، ويفضل هذا النبات المناطق الرطبة، ويتحمل نسبةً من الأملاح أعلى من 1٪. يتكاثر هذا النبات بواسطة الجذور والخلفات، وهذا النبات يمتلك حساسيةً شديدةً لمبيدات الأعشاب، ويجب منع الرعي في المروج المنزرعة بهذا النبات، وعدم السماح به إلا بعد أن يغطي هذا النبات كامل المساحة التي نريد زراعتها؛ لأن المواشي تلتهم الخلفات الصغيرة، فتمنع بذلك هذا النبات من الانتشار.

ينتشر هذا النبات على سواحل أمريكا الجنوبية.

#### 46- حشيشة الملح ((*Salt grass - Distichlis spicata*):

عشب معمر، ينمو على السواحل، ويتحمل مستوىً من الملوحة يعادل ضعف ملوحة مياه البحر، وينتج الهكتار الواحد من هذا النبات عشرين طنًا من الأعلاف الجافة عندما يروى بماءٍ يحوى 2٪ من الملح، ويتحمل هذا النبات الغمر في المياه المالحة، كما يتحمل الجفاف.

#### 47- سبيرابولوس أراييكوس ((*Sporobolus arabicus*):

يروى هذا النبات في الباكستان بماءٍ درجة ملوحته 17 dS/m، وينتج المتر الواحد أكثر من تسعة كيلو غرامات من الأعلاف.

#### 48- سيسبينيا بيسبينوزا ((*Sesbania bispinosa*):

نبات حولي رعوى، ينتشر في الهند في الترب المتملحة القلوية، وينتج الهكتار الواحد أكثر من عشرة أطنان من الأعلاف، وبعض أصناف هذا النبات هي أصنافٌ معمرة كالأصناف التالية: سيسبان sesban، سبيكيوزا speciosa، وتحمل هذه الأصناف الغمر في ماءٍ مالِح، نسبة الملح فيه أكثر من 1٪.

#### 49- سيبيوم سيبيفيروم ((*Sapium sebiferum*):

الموطن الأصلي لهذا النبات هو الصين؛ حيث ينمو هذا النبات في الترب المغمورة بالماء المالح، ويمكن زراعة بذور هذا النبات مباشرةً في الأرض الدائمة، وينتج الهكتار الواحد من هذا النبات أكثر من عشرة أطنان من البذور الغنية بالزيت والدهون النباتية.

إن بذور هذا النبات تحوى دهوناً نباتية صالحة للطعام، بالإضافة إلى زيت غير صالح للطعام، وتشكل المواد الدهنية نحو نصف وزن البذرة، والزيت الذى يستخرج من بذور هذا النبات غير صالح للطعام - كما ذكرت سابقاً - ويدعى بزيت ستيلينغيا *stilingia*، وهو زيتٌ قابلٌ للجفاف؛ لذلك يمكن استخدامه فى صناعة الطلاء، ويمكن استخدام الدهون النباتية الموجودة فى بذوره لإنتاج الزبد النباتى، علماً أن فصل الدهن الباقى الصالح للطعام عن الزيت غير الصالح للطعام الموجودين فى البذرة، هو أمر فى غاية البساطة واليسر. وبالإضافة إلى احتوائها على الدهون، فإن بذور هذا النبات تحوى كميات وفيرة من البروتين، ويبدأ هذا النبات فى الإنتاج بعد خمسة أعوام من الزراعة، ويمتاز هذا النبات - كذلك - بسرعة النمو فى حال توفرت الظروف المناخية المناسبة.

#### 50- خزامى البحر (Sea lavender):

من أزهار القطف التجارية التى يمكن ريها بماء البحر.

#### 51- الساليكورنيا (*Salicornia sos*):

نبات حولى عصارى، يروى بماء البحر، وهذا النبات يزرع بشكلٍ تجارى فى المكسيك، ويجرى حصاده آلياً؛ حيث ينتج الهكتار الواحد من الساليكورنيا طنين من البذور المنتجة للزيت الصالح للطعام، وأكثر من 17 طنًا من الأعلاف، وذلك عندما يروى بماء البحر.

#### 52- باتيس ماريتما (*Salt wort – Batis maritime*):

يروى هذا النبات بماء البحر؛ حيث ينتج الهكتار الواحد أكثر من 15 طنًا، وقد اعتاد الهنود على تناول جذور وسيقان هذا النبات.

#### 53- بقلة الشواطئ ((*Seaside purslane* - سيسوفيوم بورتيو لاكاستروم (*Sesuvium portulacastrum*)):

نبات برى صالح للأكل، ينمو على سواحل الولايات المتحدة؛ حيث يستهلك هذا النبات كخضار بعد غليه فى الماء، وتغيير الماء عدة مرات؛ للتخلص من الأملاح الزائدة .. وهذا النبات غنىً بالكالسيوم والحديد والكاروتين *carotene* وفيتامين سى C.

#### 54- شمار البحر أو شمرة البحر (*Sea fennel Crithmum maritimum*):

نباتٌ مقاومٌ للأملاح، يحوى مقادير وافرة من فيتامين سى، وكان هذا النبات يستخدم فى وقاية البحارة من الأسقربوط *scurvy*، واليوم يزرع هذا النبات فى فلسطين، ويروى بماء البحر.

### 55- تاماريكس - شجرة الدموع - الشجرة الباكية (Tamarix):

هنالك أكثر من خمسين صنفاً من نبات التاماريكس، معظمها مقاومةً للتملح والجفاف، ومن الشائع أن تتراكم تركيز عالية من الملح في أنسجة هذا النبات، كما تتساقط كذلك قطرات الملح بشكلٍ دائمٍ من أوراقه؛ مما يؤدي إلى موت الحشائش المحيطة بهذه الشجرة؛ ولهذا السبب يجب أن نترك مسافةً خالية أمام هذه الشجرة عندما نزرعها كمصدٍّ للرياح، وبعض أجزاء هذه الشجرة غير قابلة للاشتعال؛ بسبب التركيز العالي للملح فيها؛ لذلك يمكن زراعة هذه الشجرة في الأحراج (الغابات) التي تتعرض للحرائق المتكررة.

*Tamarix aphylla* تاماريكس أفيلا: تتميز هذه الشجرة بجذورها القوية، التي تتعمق في التربة، وتفرز هذه الشجرة قطرات الملح من غدٍ موجودة في الأوراق خلال الليل؛ لذلك نلاحظ تشكل طبقة من الملح تحت هذه الشجرة.

وفي فلسطين تزرع الأصناف التالية من هذه الشجرة: *Tamarix* , *Tamarix aphylla* , *Tamarix nilotica* , *chinesis*؛ حيث تروى هذه الأصناف في فلسطين بماء البحر، وقد دلت التجارب الميدانية أن الصنف تاماريكس ستريكتا *Tamarix stricta*، هو أسرع نمواً من الصنف تاماريكس أفيلا *Tamarix aphylla*،، والهكتار المنزوع بالصنف أفيلا ينتج 14 هكتاراً من العلف عندما يروى بماء نسبة الملح فيه 3%.

### 56- ساكاروم جريفيتيا (*Saccharum griffithii*):

يروى هذا النبات في باكستان بماءٍ درجة ملوحته 17 dS/m؛ حيث ينتج المتر الربع الواحد من هذا النبات خمسة كيلو غرامات من الأوراق التي تستخدم في صناعة الورق، أما جذوره فتستخدم في صناعة الحبال.

### 57- يوروكاندراسيتيولوزا (*Urochondra setulosa*):

عشب مقاوم للأملح، ينمو على سواحل باكستان، ويتميز بمقاومةٍ عالية جداً للإجهاد الملحي، فهو يعيش في أوساطٍ تتراوح درجة ملوحته بين 30 dS/m و 60 dS/m.

### 58- القمح (*Wheat - Triticum aestivum*):

تم في بريطانيا تهجين القمح بنجاح مع نبات وسادة الرمال *Thinopyrum sand couch* ، *bessarabicum* (ثينوبيروم بيساراييكوم)، وهو نباتٌ يعرف بشدة مقاومته للإجهاد الملحي،



وينمو هذا النبات قرب البحر الأسود، ويتحمل تركيزًا عاليًا جدًا من الأملاح، أما نبات القمح الذي نتج عن عملية التهجين، فقد كان يتحمل الري بماء نسبة الملح فيه 1٪.

\*\*\*

## ملحق (4)

## حبوب إفريقية مقاومة للجفاف والتملح

1- الدرين - أريستيدا بانجنس (*Aristida pungens*):

من أهم الأعشاب البرية المنتجة للحبوب التي تنمو في الصحراء الإفريقية، ويمكن أن ينمو نبات الدرين على الكثبان الرملية، لكنه غالبًا ما يلاحظ في الأودية الصحراوية التي تتجمع فيها مياه الأمطار، ونبات الدرين نبات معمر perennial، ذو جذور قوية متعمقة في التربة، ينمو في الجزائر، وبشكل خاص في منطقة الأحجار، كما ينتشر كذلك في تشاد، ويمكن لهذا النبات أن ينمو في مناطق لا تزيد معدلات الأمطار فيها عن 70 ميليمتر فقط.

الأهمية: بالرغم من أن هذا النبات ما زال يعتبر من النباتات البرية، فإنه نبات شديد الأهمية؛ لأنه نبات معمر منتج للحبوب، وبالتالي لا نحتاج إلى زراعته كل عام؛ لأنه نبات شديد المقاومة للجفاف؛ حيث ينتشر في مناطق ذات أمطار شحيحة.

2- بانيكوم ميليسيوم (*Panicum miliaceum*): يزرع هذا النبات في الدول التي كانت تشكل ما يعرف بالاتحاد السوفيتي، ويدعى باسم دخن بروسو proso millet.

بانيكوم تورجيدوم (*Panicum turgidum*):

نبات البانيكوم تورجيدوم: هو نبات معمر perennial، ذو جذور قوية متعمقة في التربة، يمكن أن نجده في المناطق الصحراوية في الصومال وموريتانيا والسنغال والمغرب ومصر، وهذا النبات شديد المقاومة للجفاف؛ حيث ينمو على الرمال في مناطق قاحلة، تتراوح معدلات الأمطار فيها بين 30 و250 ميليمتر سنوياً.

يستخدم هذا النبات في تثبيت الرمال ومنع انجرافها، كما يستخدم كغطاء أخضر، يبقى من التصحر، ويعتمد هذا النبات - في مقاومته للجفاف - على جذوره، التي تتعمق لأكثر من متر واحد في التربة، وتنتشر بشكل أفقي لمسافة تزيد عن 3 أمتار.. نبات برى شديد الأهمية.

بانيكوم ستاجنينوم (*Panicum stagninum*):

نبات معمر، ينتشر في السودان، وفي إفريقيا الوسطى، ينتج سائلاً حلوًا لزجًا، صالحًا للاستخدام الغذائي.

### 3- سنكروس بيلفوراس (*Cenchrus biflorus*):

عشبة حولية annual، كانت تدعى في المراجع القديمة باسم (سنكروس كاثارتيكوس *Cenchrus catharticus* Delile)، وتنمو هذه العشبة في مناطق جافة ورملية في صحارى إفريقيا وصحاريها الساحلية، وتحتوي بذورها نسبة مرتفعة من المركبات الغذائية؛ فهي تحتوى 9% دهون، و20% بروتين.

وبعض أصناف هذا النبات غير شائكة، كالصنف سنكروس ليبتاكانثوس *Cenchrus leptacanthus*.

وهناك الصنف *Cenchrus priurii*، الذى ينمو في المناطق الممتدة بين السنغال وإثيوبيا، كما أنه ينتشر كذلك في الهند. وهناك كذلك صنف معمر من هذا النبات، يدعى سنكروس سيليريس *Cenchrus ciliaris*، وتعرف هذه العشبة باسم buffel grass، وتعتبر من المحاصيل العلفية المهمة في العالم.

### 4- الأرز الإفريقى (*African Rice*) - أوريزا جلابيريما (*Oryza glaberrima*):

الاسم العلمى للأرز الإفريقى هو أوريزا غلابيرما *Oryza glaberrima*، أما الاسم العلمى للأرز الآسيوى فهو أوريزا ساتيفا *Oryza sativa*، وهناك صنف إفريقى ملفت للنظر، وهو الأرز القائم tomo Songhai؛ حيث يمكن زراعة هذا الصنف من الأرز في المياه العميقة، بحيث يطفو على سطح الماء، ويمكن زراعة هذا الصنف في مياه يصل عمقها إلى 3 أمتار؛ حيث يتم حصاد المحصول بواسطة القوارب.

لكن المزارعين الإفريقيين يفضلون زراعة الأرز الآسيوى؛ لأن الأرز الإفريقى أقل إنتاجيةً، كما أن نسبة أكبر من بذوره تتناثر على التربة بعد نضجها، وكذلك فإنه أحمر اللون، كما أن طحنه وتحويله إلى دقيق هو أشد صعوبة من طحن الأرز الآسيوى.

علمًا أن بعض أصناف الأرز الإفريقى المنتخبة - كالأصناف BG 141 و BG 187 - تماثل في إنتاجيتها إنتاجية الأرز الآسيوى؛ حيث ينتج الهكتار الواحد المنزوع بأحد هذين الصنفين أكثر من طن ونصف.

إن الأرز الإفريقى أشد مقاومةً لنقص المياه، ولا أقول الجفاف، من الأرز الآسيوى، كما أنه أشد مقاومةً للأعشاب الضارة، وكذلك فإنه أسرع نضجًا (دورة حياته أقصر)، لكن قشرة بذور الأرز الإفريقى حمراء اللون، وفصل هذه القشرة الحمراء عن البذور البيضاء هو أمر صعب،

علمًا أن هذه القشرة غنية بالمركبات الغذائية، كما أن بذور الأرز الإفريقي أكثر قابلية للتكسر، وكذلك فإنها أكثر قابلية للتناثر على التربة بعد نضجها.

ويتميز الأرز الآسيوي عن الأرز الإفريقي، بأن الأرز الإفريقي يموت بعد أن تنضج بذوره، بينما يستمر الأرز الآسيوي في النمو حتى بعد نضج بذوره.

لقد توصل أحد الباحثين الأمريكيين إلى اكتشاف مذهل؛ فقد وجد هذا الباحث أن تعريض نبات الأرز (وهو نبات محنث) لخمس عشرة ساعة إضاءة يوميًا، يحوله إلى نبات مؤنث، ينتج غبار طلع pollen عقيمًا، وقد تسأل عن الفائدة من ذلك ..

إن النباتات التي لا تنتج غبار طلع خصب، تعجز عن تلقيح أزهارها المؤنثة؛ لذلك فإن هذه النباتات المؤنثة تضطر للتزاوج مع نباتات أخرى، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تحسن الإنتاج بشكل لافت من حيث الكمية والنوعية.

ويعتقد علماء النبات بأن تهجين الأرز الآسيوي مع الأرز الإفريقي يمكن أن ينتج أصنافًا بمواصفات جيدة، لكن الدراسات العلمية تؤكد بأن تهجين هذين النباتين غير ممكن، فهما متنافرين وغير متوافقين incompatibility من الناحية الوراثية، كما أنهما منغلقتان وراثيًا genetically close، كما أن كلاً منهما ذاتي التلقيح self-pollinating، وكذلك فإنهما ثنائيي الصيغة الصبغية (2n = 24) diploids، ويمتلكان الجينوم genome ذاته الذي يدعى AA.

إن أصناف الأرز الإفريقي التي تنمو في المناطق التي تمر بفترات جفاف، تكون أشد حساسية للفترة الضوئية photoperiod؛ حتى تتمكن من الإزهار بمجرد بدء فصل الجفاف، أما الأصناف العائمة التي تنمو في مناطق لا تتعرض للجفاف، فإنها تمتلك حساسية منخفضة جدًا لطول النهار daylength.

ويمكن لبعض أصناف الأرز الإفريقي أن تنتج كميات معقولة، عندما تزرع غير مروية في مناطق تتلقى أكثر من 700 ميليمتر من الأمطار سنويًا، كما أن بعض أصناف الأرز الإفريقي تتفوق على الأرز الآسيوي في المناطق ذات التربة القلوية alkaline، والمناطق ذات الترب التي تفتقر لعنصر الفوسفور.

وهناك أصناف برية من الأرز الإفريقي تنمو بشكل طبيعي في مناطق الفيضانات في موريتانيا والسودان وتنزانيا، وغيرها من المناطق الإفريقية، ومن تلك الأصناف البرية الصنف:

أوريذا بريفيليغولاتا (*Oryza barthii* (Orza barthii)، والصنف البري *Oryza barthii*، والصنف *Oryza stapfii*، والصنف أوريذا غلابيريما *Oryza glaberrima*.

وهذه الأصناف أصناف منتجة، كما أن بعضاً من هذه الأصناف البرية مقاومة للبكتيريا المسببة للفسحة الأرز (لفحة الأرز البكتيرية) "bacterial blight of rice *Xanthomonas*". لذلك من الممكن مستقبلاً الاستفادة من مورثات هذه الأصناف البرية في إنتاج أصناف زراعية مقاومة للفسحة الأرز البكتيرية.

وهناك صنف برى من الأرز الإفريقي جدير بالاهتمام، وهو الصنف أوريذا لونغيستاميناتا *Oryza longistaminata*؛ حيث يتميز هذا الصنف بأنه صنف معمر *perennial*، ذوريومات أرضية *rhizomes* تمتد تحت التربة.

\* الفترة الضوئية photoperiod وطول النهار daylength، هما اصطلاحان يشيران إلى عدد ساعات الإضاءة التي يتعرض لها النبات في اليوم الواحد.

##### 5- إيليوزين كوراكانا - الدخن الإصبعي - الجاورس (*Eleusine coracana*):

الاسم العلمي: *Eleusine coracana* (L.) Gaertner

يدعى هذا النبات بالدخن الإصبعي *Finger millet*؛ لأن بذوره تتموضع داخل ما يشبه كف وأصابع اليد.

تحتوي بذور الكوراكانا ما نسبته 7٪ من البروتين، وهي نسبة مشابهة لنسبة البروتين في الأرز، لكن بعض الأصناف تحتوي ما نسبته 14٪ من البروتين، ومن أهم أشكال البروتين الموجودة في هذا النبات الإيليوزينين *eleusin*، واسم هذا المركب - كما هو واضح - مشتق من اسم النبات (إيليوزين)، ويحتوي هذا المركب نسباً مرتفعة من مركبات شديدة الأهمية لجسم الإنسان، كالتريبتوفان *tryptophan* والسيستين *cystine* والميثيونين *methionine*، كما تحتوي بذور الكوراكانا كمية من الكالسيوم، تفوق - بأكثر من خمسة أضعاف - الكمية الموجودة في الحبوب الأخرى.

وبذور الكوراكانا صالحة للتخزين؛ فالحشرات لا تقترب منها، ويمكن أن تحافظ على صلاحيتها لمدة تتراوح بين 10 و50 عاماً دون أن تتلف، وينتج الهكتار الواحد في أوغندا أكثر من طن ونصف من البذور، أما في الهند فينتج الهكتار الواحد طناً من البذور في ظروف الزراعة

غير المروية، وطنين من البذور في ظروف الزراعة المروية. وفي ظروف الزراعة الحديثة، ينتج الهكتار الواحد أكثر من خمسة أطنان من البذور.

لكن هنالك عدة عوامل تعيق زراعة هذا النبات؛ كصغر حجم بذوره، وكما تعلمون فإن النباتات ذات البذور الصغيرة تكون صعبة الإنبات، خصوصاً في المناطق الموبوءة بالأعشاب الضارة، كما أن حصاد البذور الصغيرة يكون أكثر صعوبة، كما أن هذا المحصول حساس للأعشاب الضارة؛ حيث تنمو في إفريقيا أعشاب ضارة، مشابهة لهذا النبات من حيث الشكل، ولا يستطيع التمييز بينها وبين هذا النبات في بداية حياتها سوى الخبراء.

هذا النبات مقاوم للآفات والأمراض، لكنه يصاب باللفحة blast الفطرية المنشأ.

نبات الكوراكنا ذاتي التلقيح self-pollinating، كما أنه مقاوم للملح إلى حد ما، ويزرع صنف آسيوى ذو إنتاجية عالية من الكوراكنا أو الدخن الإصبعى اليوم في الهند دون رى؛ حيث ينتج الهكتار الواحد هناك خمسة أطنان من البذور، ويدعى هذا الصنف Indaf، وهنالك أصناف برية من الدخن الإصبعى Eleusine، تتسم بأنها أصناف معمرة perennials، كما أن هنالك أصنافاً برية مقاومة للأملاح، وأصنافاً لا تتأثر بالغمر بالماء، وأصنافاً مقاومة للحرارة الشديدة، كما أن هنالك أصنافاً برية كذلك مقاومة لللفحة blast-resistant.

وكذلك فإن انتخاب أصناف ذات أوراق ملونة؛ لاحتوائها على صبغة الأنثوسيانين anthocyanin pigmentation، يسهل من عملية التخلص من الأعشاب الضارة في الحقل، وخصوصاً الأعشاب الشبيهة بالدخن.

الدخن الإصبعى نبات رباعى الصيغة الصبغية tetraploid، لكن سلف هذا النبات هو نبات الدخن الإفريقى Eleusine africana، وهو نبات برى ثنائى الصيغة الصبغية diploid.

ولا توجد أية مؤشرات تدل على زراعة الفراعنة لهذا المحصول في مصر، لكن هذا المحصول زرع في الهند منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام، وأصبح اليوم واحداً من أهم المحاصيل الزراعية هناك، كما أن هذا المحصول دخل إلى أوروبا خلال الفترة التي اعتنقت فيها تلك القارة الديانة المسيحية.

إن نبات الدخن الإصبعى هو من نباتات النهار القصير a short-day plant، والفترة الضوئية Photoperiod المثالية لهذا النبات هي 12 ساعة إضاءة يومياً، ومن الصعب أن ينجح هذا النبات - بأصنافه الحالية - في المناطق ذات النهار الطويل، وينمو هذا النبات في مناطق تتلقى أكثر من

500 ميليمتر من الأمطار سنوياً، شريطة أن تهطل تلك الأمطار خلال فترة نمو النبات؛ لأنه لا يحتمل الجفاف الشديد.

الأهمية: متوسطة.

## 6- الديجيتاريا (Fonio Acha):

*Digitaria exilis*

*Digitaria iburua*

الاسم العلمي: *Digitaria exilis* Stapf – *Digitaria iburua* Stapf

حبوب الديجيتاريا غنية بالميثيونين methionine والسيستين cystine، وهى مركبات غذائية مهمة، تفتقدها معظم الحبوب المعروفة كالقمح والذرة والأرز، وهنالك ميزة أخرى لافتة فى هذا النبات؛ فالديجيتاريا هى أسرع أنواع الحبوب نمواً؛ لذلك يمكن حصادها بعد شهرين أو أقل من الزراعة، لكن هنالك سلالات بطيئة النمو من الديجيتاريا، يتطلب وصولها إلى طور الحصاد نحو 6 أشهر. من أشهر أصناف الديجيتاريا الصنفان الزراعيان اللذان يعرفان باسم الديجيتاريا البيضاء (ديجيتاريا إكزيليس) *Digitaria exilis*، والديجيتاريا السوداء *Digitaria iburua*.

ومن ناحية المحتوى الغذائى، فإن بذور الديجيتاريا تحوى نسبةً من الميثيوسينين methionine، تعادل ضعف نسبة الميثيوسينين الموجودة فى البيض، وقد ذكرت منظمة الفاو FAO - فى أحد تقاريرها - أن محتوى بذور الديجيتاريا من الميثيوسينين يصل إلى 5%.

ينمو نبات الديجيتاريا فى مناطق شبه جافة، كما أنه يتحمل التربة ذات التفاعل الحامضى، وكذلك فإنه يمتلك القدرة على البقاء فى تربة تحوى نسباً سامة من عنصر الألمينيوم السام للنباتات الأخرى.

وتنبت بذور الديجيتاريا خلال 3 أيام من زراعتها، ويحتاج الهكتار الواحد إلى 15 كيلو غرام من البذور تقريباً، وينمو هذا النبات بشكل سريع وقوى؛ لذلك فإن الأعشاب الضارة لا تستطيع منافسته، ونادراً ما تحتاج حقول الديجيتاريا لمكافحة الأعشاب الضارة.

نبات الديجيتاريا لا يمتلك حساسية لعدد ساعات الإضاءة، ويمكن أن ينمو فى مناطق لا تزيد معدلات الأمطار فيها عن 250 ميليمتر، لكنه غالباً ما يشاهد فى مناطق تزيد معدلات الأمطار فيها عن 400 ميليمتر سنوياً.

## 7- الجاورس اللؤلؤى pearl millet - الدخن - باجرا:

Pennisetum glaucum - Pennisetum typhoides - Pennisetum (americanum).

الاسم العلمى: بينيسيتوم جلوكوم Pennisetum glaucum.

الدخن هو أحد أهم المحاصيل الزراعية في العالم؛ حيث تزرع ملايين الهكتارات من هذا المحصول في إفريقيا وآسيا، ويقدر الإنتاج العالمى من هذا المحصول بأكثر من 10 ملايين طن سنوياً، ينتج نصفها في الهند، وبالرغم من أهمية هذا النبات، فإنه من النباتات المجهولة خارج إفريقيا والهند، وقد يرجع ذلك إلى إنتاجيته المنخفضة، التى هى محدود 600 كيلو غرام في الهكتار الواحد.

لقد اتجه المزارعون في إفريقيا - خلال فترة من الفترات - إلى استبدال الدخن بالذرة؛ لأنها أكثر إنتاجاً، وأسهل حصاداً، كما أنها من المحاصيل المرغوبة تجارياً، لكن موجة الجفاف التى اجتاحت إفريقيا، أجبرت المزارعين على العودة إلى زراعة الدخن، أو الباجرا كما تدعى في الهند؛ حيث إن الباجرا هى أحد أشد المحاصيل الزراعية مقاومة للجفاف والحرارة المرتفعة والتصحر. وقد نجحت زراعة الدخن في الأراضي الأشد جفافاً في الولايات المتحدة، ويعتقد بأن زراعة هذا المحصول يمكن أن تنجح في آسيا الوسطى والشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وأستراليا.

ونبات الدخن نبات مقاوم للأمراض والآفات الزراعية، ونادراً ما تهاجمه الحشرات، أما بذوره فإنها تحوى 9% بروتين، كما أن نسبة الزيت الموجودة فيها أعلى من نسبة الزيت الموجودة في الذرة، وكذلك فإن بذوره لا تحوى أيّاً من المركبات غير المرغوبة كالتانين tannins، وعندما يعطى هذا المحصول القليل من الماء في الهند، فإن الهكتار الواحد ينتج نحو 3 أطنان ونصف، علماً أن من الممكن زراعة الدخن في مناطق لا تزيد معدلات الأمطار السنوية فيها عن 150 ميليمتر فقط.

يتألف دقيق الدخن من 70% كربوهيدرات Carbohydrates، وتحوى بذور الباجرا 10% بروتين تقريباً، وكما تحوى البذور 5% دهون، تتألف من 75 دهون غير مشبعة unsaturated، ونحو 23% أحماض دهنية مشبعة saturated fatty acids.

كما تحوى بذور الدخن نسباً مرتفعة من المعادن؛ فهى تحوى 300 mg ميلليغرام من الفوسفور، و9.8 ميلليغرام حديد (3 أضعاف الكمية الموجودة في الذرة)، و30 ميلليغرام كالسيوم



(أكثر بخمس مرات من المقدار الموجود في الذرة)، وحتى تصبح البذور جاهزةً للزراعة، يتوجب تخزينها لعدة أسابيع بعد الحصاد.

والدخن من نباتات النهار القصير *a short-day plant*، لكن هنالك أصنافاً لا تتأثر بطول النهار، وهنالك أصناف من الدخن أحادية الساق، كما هو حال نبات القمح، وهنالك أصناف متعددة الساق، كما هو حال نبات الشعير، ولا شك أن الأصناف المتعددة السيقان أفضل من الأصناف أحادية الساق من حيث الإنتاجية، ومن حيث مقاومة الظروف الجوية.

ويزرع الدخن اليوم في المناطق الممتدة بين السنغال والصومال، وهي المنطقة التي تعتبر من أشد المناطق جفافاً في العالم؛ حيث يزرع الدخن في المناطق التي لا يمكن لمحصول حبوب آخر أن ينمو فيها. وبالإضافة إلى محصول الحبوب، فإن الدخن ينتج كميات وفيرة من الأعلاف، تتراوح بين 5 و10 أطنان في الهكتار في المناطق الجافة؛ حيث تشكل الأعلاف ما نسبته 85 % تقريباً من وزن النبات، بينما تشكل البذور نحو 15 % فقط، وبالرغم من أن الدخن ليس من النباتات البقولية *legumes* كالفول والفاصوليا والآكاسيا، وغيرها من النباتات، التي تقيم علاقات تعايش *symbioses* مع البكتيريا التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي في التربة *nitrogen-fixing bacterium* - فإن نبات الدخن هو من النباتات القليلة التي لا تنتمي للعائلة البقولية، والتي تقوم - مع ذلك - بالتعايش مع بكتيريا *Azospirillum*، التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي في التربة، وعند تلقيح بذور الدخن ببكتيريا الأزوسبيرلوم، فإن إنتاج النبات من البذور والأعلاف الخضراء يزيد بشكل فعلي، وبالإضافة إلى هذه الخاصية الشديدة الأهمية التي يتمتع بها هذا المحصول، فإن نبات الدخن يقوم بعملية التركيب الضوئي وفق النمط *(C4 C4 photosynthesis)*. وكما تعلمون، فإن النباتات التي تقوم بالتركيب الضوئي وفق هذا النمط تكون من نباتات الخدمة الشاقة المحتملة للجفاف والحرارة.

يتميز الصنف أوكشانا 1 بإنتاجيته العالية وبذوره الكبيرة، كما يتميز بتمكنه من إنتاج البذور عندما يحل الجفاف الشديد في نهاية الموسم، عندما لا تبقى رطوبة أرضية في التربة، كما أن دقيق بذور هذا الصنف ناصع البياض.

كما يزرع اليوم صنف من الدخن سريع النضج (يصبح جاهزاً للحصاد بعد 90 يوماً من الزراعة)، وقد أثبتت التجارب أنه أفضل من الذرة والقمح.

وهنالك صنف من أصناف الدخن، يدعى بينيسيتوم جامبينز *Pennisetum gambiense* Stapf، وهذا الصنف ينمو في المناطق الرطبة في غانا، ويمتاز هذا الصنف بأن سنابله *spikes*

قصيرة وثخينة، كما أن بذوره أكبر من بذور الصنف بينيسيتوم غلوكوم Pennisetum glaucum، كما أنها أكثر استدارة وأكثر بياضاً، كما أن هذا الصنف يصبح جاهزاً للحصاد في وقت أبكر من صنف المناطق الجافة، ويمكن الاستفادة من مورثات هذا الصنف في تحسين المواصفات الزراعية للصنف الذي ينمو في المناطق الجافة؛ من حيث كبر حجم البذور، وضخامة السنابل، ومن حيث الباكرية earliness (الجاهزية للحصاد خلال مدة قصيرة).. وعليناً ألا ننسى كذلك أن المعنيين بزراعة الدخن هم أشخاص يعانون من أزمة تخص أولى مقومات الحياة، وهي رغيف الخبز؛ لذلك فإن على مراكز الأبحاث الدولية أن تركز على الأصناف ذات التكاثر اللا تعري، أو الأصناف اللا تعريسية APOMICTIC أو Apomixis، ونعني بها الأصناف التي لا تتغير مواصفاتها الوراثية من جيل لآخر، أي أن البذور التي تنتج في حقل المزارع تكون مطابقة تماماً للبذور المحسنة، التي قام بشرائها وزراعتها، وبالتالي فإن المزارع سيتمكن من توفير ثمن البذور في المواسم القادمة، كما أنه سيتمكن من التوسع في زراعة هذا المحصول على أراضى جديدة.

إن ناتج عملية التهجين التي تمت بين نبات الدخن بينيسيتوم جلوكوم Pennisetum glaucum ونبات البينيسيتوم برييوروم Pennisetum purpureum، كانت عبارة عن نبات معمر، يستخدم اليوم كمصدر دائم للأعلاف في الولايات المتحدة والهند.

الأهمية: محصول إستراتيجي، مقاوم للجفاف، ذو أهمية شديدة؛ لأنه ينمو في مناطق شديدة الجفاف، لا تنجح فيها زراعة القمح والشعير والذرة والأرز.

## 8- السرجوم sorghum:

الاسم العلمي: سرجوم بيكالار *Sorghum bicolor* (L.) Moench

نبات السرجوم نبات إفريقي، ذو جذور قوية متعمقة في التربة، وأوراق هذا النبات تشبه أوراق الذرة، ومعظم أصناف هذا النبات عبارة عن نباتات حولية، لكن هنالك بعض الأصناف المعمرة من هذا النبات، وهذا النبات ذاتي التلقيح self-pollination، ويعتمد في تلقيح أزهاره - بشكل رئيس - على الرياح. يتم إكثار هذا النبات بواسطة البذور، ويتوجب أحياناً الانتظار لمدة شهر بعد الحصاد حتى تصبح البذور قابلةً للإنبات، ويمكن إكثار هذا النبات كذلك بزراعة قصاصات سوقه stem cuttings؛ حيث تمتلك العقد الموجودة على ساق هذا النبات أنسجة بدئية primordial، قادرة على تكوين جذور وسيقان ونباتات جديدة، ونبات السرجوم ثنائي الصيغة الصبغية (2n = 20) (diploid).

يقوم نبات السرجوم بعملية التركيب الضوئي وفق النمط C4، وكما تعلمون، فإن النباتات التي تقوم بعملية التركيب الضوئي وفق ذلك النمط، هي نباتات مقتصدة في استخدام المياه، وكذلك فإن السرجوم يمتاز بسرعة نموه؛ حيث يمكن حصاد بعض أصنافه بعد شهرين ونصف من الزراعة .. وقد دلت التجارب الأولية التي أجريت في فلسطين، أن هذا النبات هو من النباتات المتحملة للأملح، كما أن هذا النبات هو أحد أشد محاصيل الحبوب مقاومة للجفاف والحرارة، ولا يتفوق عليه في هذه الناحية إلا محصول الدخن، وتعود مقدرة هذا النبات على مقاومة الجفاف إلى مجموعته الجذري، الذي يتعمق في التربة، وكذلك فإن هذا النبات يتبع إستراتيجيات أخرى في مقاومة الجفاف؛ ففي ظروف الإجهاد المائي والحرارة الشديدة، تلتف أوراقه؛ لتقلل من فقد المياه، كما يعتقد كذلك بأن مساماته تغلق عندما يختل التوازن بين كمية الماء التي يحصل عليها وبين كمية الماء التي يفقدها، وفي حالات الجفاف الشديدة يمكن لهذا النبات أن يوقف عمليات الاستقلاب الخلوي metabolic processes، وأن يدخل في حالة سبات dormancy، إلى أن تتحسن الظروف الجوية، وتزداد الرطوبة.

تستخدم سوق بعض أصناف السرجوم في صناعة السكر، كما يستخرج منها وقود سائل، يصلح كوقود للسيارات، وكما هي الحال بالنسبة لقصب السكر، يمكن تجديد المحصول، والحصول على محصول بعد آخر بقطع السوق ratooned، والإبقاء على الجذور في التربة، دون حاجة لزراعة محصول جديد.

وينتج نبات السرجوم كمية وفيرة من البذور؛ فقد كان الهكتار الواحد من نبات السرجوم ينتج في المكسيك نحو 3 أطنان، وهي ضعف الكمية التي كان هكتار الذرة ينتجها من البذور هناك.

وتتكون بذور السرجوم من 70% كربوهيدرات، و12% بروتين، و3% دهون، لكن وجود مركب التانين tannins في غلاف البذور، وفي البذور البنية اللون، يعيق استفادة الجسم من البروتين الموجود في بذور هذا النبات، كما أن معظم البروتين الموجود في بذور السرجوم البيضاء والبنية على حد سواء، هو من نمط البرولامين prolamine، وهو عبارة عن بروتين قابل للانحلال في الكحول alcohol-soluble protein، والبرولامين يمتلك قابلية منخفضة للهُضم في الجسم البشري.

وبالرغم من أن كثيرًا من أصناف السرجوم غير حساسة للفترة الضوئية (عدد ساعات الإضاءة) Photoperiod، فإن السرجوم هو من نباتات النهار القصير a short-day species، ومن

الملاحظ أن معظم أصناف السرغوم تنتقل من مرحلة النمو الخضري إلى مرحلة الإزهار وإنتاج البذور، عندما ينخفض عدد ساعات الإضاءة في اليوم الواحد، ويصبح 12 ساعة إضاءة، أما الأصناف القزمة من السرغوم، فإنها لا تتأثر بطول النهار daylength.

إن مقاومة السرغوم للجفاف ومقاومته للملوحة التربة ومياه الري، هي أشد من مقاومة الذرة لهُذين العاملين، كما أنه يحتمل العيش في التربة السوداء الاستوائية والترب الرملية، وكذلك فإنه يحتمل العيش في ترب تتراوح درجة حموضتها بين pH 5.0 و pH 8.5...

ويوصى الخبراء بتقديم رية للسرغوم في مرحلة تشكيل البذور؛ لأن هذه الريّة تعطي مفعولاً كبيراً في تحسين كمية ونوعية المحصول.

وأحياناً ينتج الهكتار الواحد من السرجوم في الصين نحو عشرة أطنان، لكن أعلى إنتاجية سجلت في المكسيك؛ حيث أنتج الهكتار الواحد في بعض المواقع 13 طنّاً، والأرقام تتباين بشكل غريب بين منطقة وأخرى؛ فإنتاج الهكتار الواحد يتراوح بين 500 كيلو غرام، و12 طنّاً؛ لذلك لا يمكن التكهن بإمكانية نجاح هذا المحصول في منطقة ما دون تجربته على أرض الواقع، وتجربة الأصناف الهجينة بشكل خاص؛ لأن إنتاجيتها تبلغ أضعاف إنتاجية الأصناف غير الهجينة، كما هي حال الصنف الأمريكي الهجين

300 NK، الذي نجحت زراعته في الكثير من المناطق الإفريقية، وهو صنف يتميز بإنتاجيته الغزيرة. وكما ذكرت سابقاً فإن الأصناف الهجينة من نبات الدخن، التي تتميز بغزارة الإنتاج، تتميز كذلك بأنها غير قابلة لإعادة الزراعة، وهذا يعني بأن المزارع مجبر على شراء بذور الأصناف المحسنة في كل موسم، وهذا الأمر ليس في متناول مزارعي العالم الثالث؛ لذلك يتوجب التركيز على إنتاج بذور قابلة لإعادة الإنبات، وهي ما تدعى تقنياً viable hybrids أو vybrids، أى النباتات الهجينة التي تنتج بذوراً صالحة للزراعة.

إن إنتاج نباتات هجينة تنتج بذوراً صالحة للإنبات، وتمتلك سمات زراعية جيدة Vybrids في نبات السرغوم، هو أمر ممكن؛ لأن هنالك بعض نباتات السرغوم التي تتميز بخاصية التكاثر اللاتعريسي apomictic .. فهذه النباتات تنتج ذرية دون حدوث التزاوج بين النبات المؤنث والنبات المذكر؛ حيث تنتج بذور بعض نباتات السرغوم من نواة غير ملقحة nonfertilized nucleus، وبذلك ينتج النبات الأم نسلاً progeny مطابقاً تماماً له.

## 9- السورجوم الحلو:

هذا الصنف شبيه بالذرة الحلوة؛ حيث تؤكل سنابلها panicle بالكامل وهي غضة، وكما هي حال الذرة الحلوة، فإن بذور السورجوم الحلوة تحوى سويداء endosperm حلوة المذاق، تحوى نحو 30% غليكوجين glycogen.

كما يعتبر السورجوم ذو البذور الصفراء اللون بمثابة مصدر للفيتامين A في المناطق التي تعاني من عوز في ذلك الفيتامين؛ حيث يرجع اللون الأصفر في تلك البذور إلى مركب الزانثوفيل xanthophylls، وإلى صبغة الكاروتين carotene pigments، وهي طليعة الفيتامين (أ) vitamin-A precursors.

ويقال كذلك بأن هنالك في سريلانكا والهند أصنافاً معطرة من السورجوم، تتميز براحة عطرية، شبيهة براحة أرز الباسماتي basmati الشهير.

وأثناء المجاعة والقحط الذى حل بالسودان في الثمانينيات، قامت مجموعة من الخبراء بدراسة النباتات التي استطاعت أن تقاوم الجفاف، وقد كان أحد تلك النباتات صنف من السورجوم السودانى، يدعى باسم Karamaka، وعند دراسة هذا الصنف وجد بأن البروتين الموجود في هذا الصنف يتميز بضعف القيمة الغذائية للبروتين الموجود في بقية أصناف السورجوم .. كما أنه يحوى نسبة مرتفعة من الليزين lysine، تصل إلى أكثر من 3%، كما تحوى بذور هذا الصنف نسبة مرتفعة من السكر (35%).

## 10- السورجوس sorghos:

هنالك صلة قرى وثيقة تجمع بين نبات قصب السكر sugarcane وبين نبات السورجوم، وهنالك صنف من السورجوم يدعى باسم سورجوس sorghos؛ لأنه يحوى نسبة مرتفعة من السكر، تعادل النسبة الموجودة في قصب السكر، لكن من الممكن زراعة نبات السورجوس في مناطق شبه جافة، لا يمكن أن ينمو فيها قصب السكر.

وبالرغم مما يقال عن صعوبة دراسة thresh نبات حبوب السورجوم بعد الحصاد، فإن هنالك أصنافاً من السورجوم، تتميز بأن دراستها أسهل من دراسة الأرز والقمح، كالصنف ريو (Rio)، والصنف (SC599)، وبالإضافة إلى سهولة حصاد هذين الصنفين، فإنهما صنفان مقاومان للجفاف الذى يحدث بعد الإزهار، وهي مرحلة حرجة في حياة النبات.

## 11- سورجوم فيرتيسيليفوروم *verticilliflorum Sorghum*:

وينتشر هذا الصنف من السودان إلى جنوب إفريقيا في المناطق الرطبة والجافة على حد سواء، ويستخدم هذا الصنف في عمليات انتخاب أعلاف للمواشي، كما تتم الاستفادة من مقاومته للأمراض والحشرات.

سورجوم إراندنسيوم *Sorghum arundinaceum*:

يتميز هذا الصنف بأنه أكثر فاعلية في القيام بعملية التركيب الضوئي في ظروف الإضاءة المنخفضة من أصناف السورجوم الزراعية الشائعة.

كما أن تهجين السورجوم مع نبات سورجوم آخر من التنوعة ساندا جراس *sudangrass* *Sorghum bicolor subspecies sudanense*، قد أنتج عشبة شديدة القوة وغزيرة الإنتاج، وتعتبر هذه العشبة اليوم من أهم النباتات المنتجة للأعلاف في الولايات المتحدة والأرجنتين، كما تصلح هذه العشبة للزراعة في الأراضي المملحة.

ومن المعروف كذلك بأن من الممكن تهجين السورجوم مع قصب السكر *sugarcane*، وقد تمكن العلماء الصينيون من تهجين هذين النباتين، وإنتاج نبات جديد، ينتج كمية وفيرة من البذور، وفي الوقت ذاته، ينتج الكثير من السوق السكرية، ويقال إن إنتاجية هذا النبات الهجين من البذور والسكر تفوق إنتاجية كل من السورجوم وقصب السكر.

كما تستخدم سوق بعض أصناف السورجوم كوقود؛ حيث تطلق عند احتراقها قدرًا كبيرًا من الحرارة، كما هي الحال بالنسبة للصنف المصري جيزة 114 ((Giza 114)، ويزرع هذا الصنف اليوم في البيرو وهاييتي؛ لاستخدامه كوقود.

من الاكتشافات الحديثة التي توصل إليها الباحثون في الولايات المتحدة، أن النبات الذي ينتج عن تهجين السورجوم الزراعي مع عشبة السودان *sudangrass*، لا يمتلك المقدرة على العيش في الترب المملحة وحسب، بل إنه يمتلك المقدرة على إصلاح الترب المملحة *saline soils*، التي تراكمت فيها مركبات الصوديوم *sodium compounds*، ويرجع علماء النبات مقدرة نبات السودان *sordan* على إصلاح الترب المملحة، إلى أن جذور هذا النبات تطلق في التربة أحماضًا، وتقوم تلك الأحماض بإذابة كربونات الكالسيوم *calcium carbonate* (الكلس) "lime" الموجود في التربة، وبذلك فإنها تطلق عنصر الكالسيوم *calcium*، الذي يزيح عنصر الصوديوم *sodium*، ويرغمه على التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون *carbon dioxide*؛ ليشكل مركب

بيكربونات الصوديوم sodium bicarbonate، ومركب بيكربونات الصوديوم قابل للانحلال بالماء، وبذلك يمكن أن تغسله الأمطار والسيول والفيضانات بسهولة، وكذلك فإنه أقل ضرراً على النباتات من عنصر الصوديوم.

إن جذور السوردان تنز ooze مقادير كبيرة من المركبات السكرية، وتقبل الكائنات الميكروبية على التهام هذه المركبات السكرية وتحطيمها، وإطلاق ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide، وهذا المركب يتفاعل بدوره مع المركبات القلوية alkalis الموجودة في التربة، مثل كربونات الصوديوم sodium carbonate، وثاني كربونات الصوديوم sodium bicarbonate، فيتشكل حمض الخل acetic acid، وحمض النمليك formic acid، وحمض الميثيونيك [HCOOH] (methanoic acid) .. وهذه الأحماض تتفاعل بدورها مع المركبات القلوية غير القابلة للذوبان، مثل كربونات الكالسيوم calcium carbonate، وهذا يعني أن جذور السورغوم تعمل على تخفيض قلوية alkalinity التربة، كما تعمل على تحويل معادن الترب إلى مركبات قابلة للذوبان في الماء (مركبات ذوابة). وقد تمكن الباحثون الأمريكيون من زراعة البرسيم alfalfa والشعير والفاصوليا في الترب التي كانت تعاني من تراكم الأملاح بعد زراعة موسم واحد من عشبة السوردان، كما تمكنوا من زراعة محاصيل تمتلك حساسية عالية للأملاح a highly salt-sensitive plant بعد زراعة الأراضي المتملحة بعدة محاصيل من السوردان.

ومن الشائع أن تنخفض قلوية التربة alkalinity المتملحة بمعدل درجة كاملة pH unit، وأن يزداد تركيز الكالسيوم الذواب (القابل للذوبان في الماء) بمعدل عشرة أضعاف في الأراضي التي تعاني من التملح بعد زراعة محصولين أو ثلاثة محاصيل من نبات السوردان. ويتوجب على المزارعين الانتباه إلى نقطة مهمة، وهي أن هجين نبات السورغوم مع عشبة السودان Sorghum-sudangrass hybrid، عندما يزرع في الأراضي التي تعاني من التملح، يكون هزياً ومصفراً وضعيف النمو في بداية حياته بشكل مخيب للآمال؛ ويعود ذلك إلى نقص عنصر الحديد في تلك الأراضي؛ حيث إن نبات السوردان يمتلك حساسية لنقص عنصر الحديد في التربة، لكن هذا النبات يتمكن بعد فترة من زراعته من تفعيل آلية تحميض التربة acidification mechanism بشكل مذهل، وعندما تتفعل آلية تحميض التربة، فإن تركيز الحديد يزداد بشكل متسارع؛ مما يؤدي إلى حدوث تغير جذري في مظهر نبات السورغوم، فيستعيد نضارته، ويتحول لونه من اللون الأصفر إلى اللون الأخضر، وتزداد حيويته وقوته بشكل ملحوظ.

ويؤكد الخبراء أن زراعة نبات السوردان sordan في الترب الصوديوية sodic لمدة عامين، يجعل تلك الأراضي صالحة لزراعة المحاصيل الاعتيادية.

السوردان عبارة عن هجين السورغوم مع عشبة السودان Sorghum-sudangrass hybrid، وبالإضافة إلى مقدرة السورجوم على إصلاح الترب المتملحة، فإن الباحثين في الولايات المتحدة قد وجدوا كذلك بأن هذا النبات يمتلك مقدرةً فريدة على امتصاص الملوثات pollutants من التربة؛ فقد تبين أن السورغوم يخلص التربة من النيتروجين الزائد والنيتروجين المتسرب إلى أعماق التربة، والذي لا يمكن للمحاصيل التقليدية الحولية أن تستفيد منه، وقد زرع محصول السورغوم في ترب ملوثة بالنيتروجين (400 كيلو جرام من النيتروجين في الهكتار)، وقد تمكن محصول السورجوم - خلال موسم واحد - من انتزاع 200 كيلو جرام من النيتروجين من التربة، كما أنتج الهكتار الواحد في تلك الترب 20 طنًا مترًا من الأعلاف الجافة.

ومن هنا برزت أهمية نبات السورجوم في مكافحة تلوث التربة والمياه؛ فهذا النبات يعتبر نباتًا كاسحًا scavenger لعنصر النيتروجين؛ وذلك لأنه نبات شره لهذا العنصر، ولأن جذوره تتعمق في التربة إلى درجة لا تصل إليها جذور النباتات الحقلية التقليدية، وتصل درجة شراهة نبات السورجوم للنيتروجين إلى حد أنه إذا زرع في تربة ملوثة بهذا العنصر، فإن تركيز النيتروجين في أوراقه يزداد إلى درجة قد يصبح معها سامًا للمواشي التي تلتهمها؛ لذلك يوصى الخبراء بتخمير نباتات السورجوم التي زرعت في تربة ملوثة بالنيتروجين قبل تقديمها للماشية.

كما يستخدم السورجوم اليوم في ولاية تكساس؛ لحماية الأراضي الزراعية من الانجراف والتعرية في الشتاء؛ حيث يزرع السورغوم في فصل الخريف، ويترك في التربة؛ حيث يموت عند التعرض للصقيع، وتحمي بقاياها التربة الزراعية من التعرية والانجراف بفعل الرياح والأمطار والسيول، وفي نهاية الشتاء يقوم المزارعون بفلاحته مع التربة؛ بحيث يتحول إلى دبال يزيد من خصوبة تلك الأراضي.

### نبات السورجوم ومكافحة الأعشاب الضارة:

نبات السورجوم يقضى على نسبة تتراوح بين 40 و60% من الأعشاب الضارة، والأمر المدهش أن نبات السورغوم يقضى على الأعشاب الضارة ذات الأوراق العريضة broad-leaved، ولا يؤثر على الأعشاب ذات الأوراق الرفيعة والحشائش، وبالتالي فإنه لا يؤثر على محاصيل الحبوب التي تتميز بأوراقها الرفيعة، وهذا يعني أن نبات السورغوم هو مبيد أعشاب انتقائي



selective herbicide. ويعتقد علماء النبات بأن سبب ذلك يعود إلى مركبي حمض الفينوليك phenolic acids والسيانوجينيك غليكوزيد cyanogenic glycosides، اللذين تفرزهما جذور هذا النبات في مجالها الحيوى، وكما تعلمون، فإن مركب حمض الفينوليك يؤثر على الأغشية الخلوية membranes في النبات، ويعيق امتصاص النبات للماء، كما أنه يعيق انقسام الخلية النباتية cell division، ويمنع البذور من الإنبات، ويعيق عمل الهرمونات النباتية؛ أما مركب السيانوجينيك غليكوزيد، فإنه سرعان ما يتحول إلى مركب السيانيد Cyanide السام للكائنات الحية.

أشد أصناف السورجوم قوة هو السورجوم المكنسى، الذى يزرع فى الصين، ويعرف باسم سورجوم جاليانج galiang sorghum، وتصنع من سوق هذا النبات الكثير من المصنوعات الخشبية كالسلال، وهناك كذلك السورجوم المكنسى Broomcorn، الذى تصنع من شماريخه الزهرية inflorescence المقشاة، كما تستخدم سوق السورجوم المكنسى فى فرنسا فى صناعة الورق، وفى المغرب العربى كانت هنالك أصناف من الأصبغة الحمراء، تستخرج من نباتات السورجوم ذات البذور الحمراء، وهناك طلب عالمى على الأصبغة الحمراء الطبيعية فى أيامنا هذه، وتستخدم هذه الأصبغة فى تلوين المصنوعات الجلدية، وبذور هذا الصنف لا تصلح للأكل، ومن المعتقد أن هذا الصنف هو من السلالة كوداتوم caudatum، ويتم استخراج الأصبغة من الأجزاء الملونة من هذا النبات، بسحق تلك الأجزاء؛ ومن ثم استخدام المذيبات، وهناك طلب عالمى متزايد اليوم على الملونات الغذائية الطبيعية، بعد تأكد خطورة الملونات المركبة كيميائياً على صحة الإنسان، وتحوى الأجزاء الملونة من هذا النبات نسبة مرتفعة من صبغة الإيبيجينين apigenin، تصل إلى أكثر من 20٪، وهذه النسبة تعادل أربعة أضعاف نسبة الصباغ الموجودة فى العنب الأحمر، والذى يعتبر اليوم المصدر الرئيس لهذا النوع من الملونات، كما يستخرج من بعض أصناف السورجوم ذات البذور السوداء صمغ ذو قيمة اقتصادية كبيرة.

## 12- إيراغروستيس تيف (Eragrostis tef):

الاسم العلمى: Eragrostis tef (Zucc.) Trotter.

الموطن: إثيوبيا Ethiopia (كانت إثيوبيا قديماً تدعى أبيسينيا Abyssinia)).

تعنى كلمة Eragrostis عشبة الحب، وهى مكونة من كلمتين، هما كلمة Era، وهى مشتقة من كلمة إيروس Eros، أى ربة الحب؛ وكلمة grostis، وتعنى (عشبة) .. أما اسم الصنف Eragrostis

curvula، فيعنى (عشبة الحب المتدلّية) Weeping lovegrass، وكلمة Weeping تطلق على الكثير من الأشجار والأعشاب المتدلّية، كما هي حال (الكرز المتدلى) Weeping Cherry.

التيف محصول حبوب حولى سريع النمو، يمكن حصده بعد أقل من شهرين من الزراعة، ويقوم هذا النبات بعملية التركيب الضوئى وفق النمط C4 (نباتات رباعية الكربون) C4 photosynthetic pathway؛ لذلك فإنه من النباتات التى تحتل الجفاف والحرارة، وبذور التيف صغيرة الحجم؛ لذلك فإن من الصعب القيام بتقشيرها قبل طحنها وتحويلها إلى دقيق، وتتميز بذور التيف - كما يتميز الدقيق الذى يصنع منها - بأنه لا يحوى الغلوتين gluten الموجود فى بذور القمح، وبالتالي فإنها بديل مناسب عن دقيق القمح، بالنسبة للأشخاص الذين يعانون من الحساسية تجاه مركب غلوتين القمح.

كما أن بذور التيف غنية بالمعادن والمركبات الغذائية، وقد لاحظ الباحثون أن المناطق التى تستهلك دقيق التيف فى إثيوبيا، لا يظهر فيها مرض فقر الدم (الأنيميا) anemia؛ حيث لا يتم تقشير بذور التيف قبل طحنها، وبالتالي فإن الدقيق الناتج يكون أكثر غنى بالمواد الغذائية من دقيق القمح؛ لأن القشرة الخارجية للبذرة تكون أكثر الأجزاء غنى بالمواد الغذائية.

وفى اليمن، يقوم المزارعون بنثر بذور التيف بعد الفيضانات على التربة الرطبة، ويعودون بعد شهر ونصف لحصاد الحبوب؛ فهذا النبات يحتاج إلى القليل جداً من العناية، كما أن نموه قوى وسريع؛ لذلك لا تستطيع الأعشاب الضارة أن تنافسه. وينتج الهكتار الواحد كمية من البذور، تتراوح بين 300 كيلو غرام، وثلاثة أطنان، ويمكن أن ينتج الهكتار الواحد أكثر من 3 أطنان، ويعكف الباحثون فى إثيوبيا على إنتاج أصناف مقصرة ومقزمة من التيف؛ بحيث تتجه إلى إنتاج الحبوب بدلاً من النمو الطولى، وبحيث لا تنحنى تحت وطأة الحمل عندما تتم إضافة الأسمدة للتربة، ومن الأصناف الهجينة الزراعية، نجد الصنف DZ-946-01؛ حيث ينتج الهكتار الواحد من هذا الصنف أكثر من طن ونصف من البذور، لكن هنالك أصنافاً تنتج أكثر من 3 أطنان ونصف فى الهكتار الواحد، وهنالك الصنف المقصر (مينيت munité)، وهو صنف قزم مبكر، وذو إنتاجية غزيرة.

وهنالك صنف معمر perennial من التيف، وهو الصنف الذى يدعى بعشبة الحب المدلاة، واسمه العلمى Eragrostis curvula، ويزرع هذا النبات المعمر فى جنوب إفريقيا؛ لحماية الأراضى الهامشية من الانجراف والتعرية والتصحر؛ لذلك فإن هذا النبات يعتبر من النباتات

المقاومة لعوامل تأكل وانجراف التربة erosion-fighting plant، لكن نبات التيف الحولى أسرع نمواً من نبات التيف المعمر.

وهناك أصناف تزيينية ملونة من التيف تزرع اليوم في أوربا واليابان والولايات المتحدة في الحدائق كمروج خضراء.

وبالإضافة إلى مقاومة نبات التيف للجفاف، فإنه يحتمل الغمر بالماء، بل إنه يعتبر ثانياً محصول حبوب بعد الأرز من حيث مقاومة جذوره للاختناق، وكذلك فإن هذا النبات يتمكن من العيش في ترب القطن السوداء الكتيمة vertisol، التى لا تتمكن كثير من المحاصيل الزراعية من العيش فيها، كما أنه يحتمل العيش في ترب درجة حموضتها أقل من 5 pH.

ومن الخصائص التى تميز نبات التيف، مقدرة أنسجته على تحمل درجات عالية جداً من الجفاف، بحيث تبدو كأنها ميتة؛ من شدة فقدائها للماء، لكنها تعود للحياة والنضارة مجدداً، بمجرد وصول الماء إليها، وقد لفتت هذه الظاهرة أنظار علماء النبات، وحاولوا الاستفادة منها بتهجين نبات التيف مع محاصيل زراعية أخرى، ونظراً لأن تلك المحاصيل كانت لا تجمعها صلة قرى بنبات التيف؛ لذلك فقد كانت عمليات التهجين التقليدية متعذرة؛ لذلك تم اللجوء إلى تقنية التهجين الجسدى (أو التهجين بدمج الخلايا الجسدية غير التناسلية) somatic hybridization. وتعتمد هذه الطريقة على استخدام النبضات الكهربائية لاستخراج الخلايا النباتية من أوراق النباتين اللذين يراد تهجينهما مع بعضهما البعض؛ حيث يتم دمج خليتين من نباتين مختلفين مع بعضهما البعض، وكأن إحداها حبة طلع pollen، والثانية بويضة، ولا بد عند دمج خليتين نباتيتين مع بعضهما بهذه الطريقة أولاً من إزالة جدرهما الخلوية السلولوزية cellulose wall، وبعد ذلك تتم تنمية تلك الخلايا الناتجة عن عملية الدمج، وتحويلها إلى نبات كامل، باستخدام تقنية زراعة النسيج tissue culture.

### 13- التريتيكوم ديكوكوم (Triticum dicoccum):

الموطن: الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

نبات التريتيكوم هو أحد أصناف القمح التى كانت تزرع في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، قبل أن تنتشر زراعة القمح الشائع، واسمه العلمى (turgidum var. durum Triticum)، وسبب ذكر هذا الصنف من أصناف القمح مع النباتات الإفريقية، هو أنه كان يزرع في إثيوبيا منذ أكثر من 5000 عام، ولأن زراعته قد استمرت هناك بعد أن لم يعد يزرع في موطنه الأصل.

والتريتيكوم ديكوكوم يزرع اليوم في بعض القرى النائية في جبال الألب وبافاريا ويوغسلافيا، وهذا الصنف هو الصنف الذي كان يعرفه الإنسان منذ العصر الحجري؛ لذلك فإنه يدعى بالمتحجرة أو المستحاث الحية living fossil. وفي الحقيقة، فإن المزارعين قد تخلوا عن زراعة هذا الصنف من أصناف القمح لسببين؛ الأول: هو صعوبة فصل قشوره عن بذوره، أما الثاني: فهو ارتفاع نباتاته؛ بحيث إنها تنحني على الأرض عندما تهب رياح شديدة، وربما لا تقوى بعد ذلك على الاستقامة مجدداً؛ مما يجعل من حصادها أمراً صعباً، ويعرض بذورها للمزيد من الآفات الزراعية.

وعلىنا الانتباه إلى أن مسألة صعوبة فصل البذرة عن قشرتها كانت تعتبر مشكلة في الماضي قبل استخدام الآلة، لكنها لم تعد مشكلة اليوم، هذا إن لم نقل إنها قد أصبحت ميزة؛ فهذه القشرة تحمي حبوب القمح من الأمراض الفطرية والبكتيرية، كما أنها تحميها من كثير من الآفات الزراعية، وهذا ليس مجرد كلام نظري؛ فقد اتجهت كثير من الدول المتقدمة إلى زراعة هذا الصنف من أصناف القمح في المناطق الموبوءة بالآفات الزراعية، وكذلك فإن قمح الديكوكوم مقاوم للجفاف، وقد وجدت سلالات من هذا القمح في الشرق الأوسط، تحمل النبتة الواحدة فيها نحو 20 سنبله، كما أن هذا القمح مقاوم لمرض الصدأ rust، وقد قام الباحثون في الولايات المتحدة بنقل المورث المسئول عن مقاومة هذا النبات للصدأ إلى الأصناف الأمريكية من القمح، وبالإضافة إلى ذلك، فإنه قمح مبكر؛ مما يزيد من فرصة استفادته من الأمطار، ويحميه من موجات الحر التي تقع في أواخر موسم النمو، وتؤدي إلى خسائر جسيمة في النوعية والكمية.

#### ملحوظة:

تعرف المناطق التي تعاني من أزمة رغيف، بأنها كل منطقة لا يتوفر فيها الخبز بأسعار مناسبة لمدة 12 ساعة يومياً على الأقل.

#### الجراد:

لقد اكتشف الباحثون الألمان أن كميات ضئيلة جداً من خلاصة بذور شجرة النيم neem Azadirachta indica، كافية لأن تمنع حوراءات الجراد (حوريات) locust nymphs

من التجمع، وتجعلها في حالة سهو؛ مما يعرضها لهجوم الطيور والقطط، وغيرها من الكائنات، ويمنعها من التحرك على شكل أسراب باتجاه محدد، لكن التجارب الحديثة اعتمدت على

استخدام زيت النيم بتركيز لترين ونصف لكل هكتار، وقد أثبتت تلك التجارب أن فاعلية زيت النيم ماثلة لفاعلية مركب الدلدين.

إن زيت النيم لا يقتل الجراد، لكنه يمنعه من التجمع والتحرك على شكل أسراب مهاجرة مهاجمة، ويبقيها خاملة مبعثرة.

إن زيت النيم آمن على البيئة، وغير ضار للثدييات والطيور، كما أن عملية استخراجه من البذور هي عملية شديدة البساطة، وبعد استخلاص زيت النيم، يتوجب مراقبة مناطق تجمع الجراد، ورشه على تلك المناطق التي يتهياً منها الجراد للانقضاض على الأراضي الزراعية. وفي الصين يعتمد المزارعون في مكافحة الجراد على الطيور التي تلتهم الجراد.

\*\*\*

## ملحق (5)

## أشجار إفريقية مثمرة مقاومة للجفاف والتملح

بالاناييتس *Balanites aegyptiaca*:

العائلة النباتية: Zygophyllaceae Balanitaceae.

BALANITES (Desert Date, Lalob)

شجيرة صغيرة مقاومة للجفاف والحرارة، وذات جذور متعمقة في التربة، تنتشر في شمال إفريقيا، وبشكل خاص في السودان والجزائر، وتعرف هذه الشجيرة بإنتاجيتها المرتفعة؛ حيث تنتج الشجيرة البالغة في الظروف المثالية أكثر من عشرة آلاف ثمرة سنوياً، وثمار البالاناييتس بحجم ثمار البلح، وتحتوي هذه الثمار نحو 40% من وزنها سكر، كما أن بذورها صالحة للأكل وغنية بالزيت 50%، والبروتين 30%.

وجذور شجيرة البالاناييتس وتدية متعمقة في التربة؛ لتساعدها على مقاومة الجفاف، ولحائها ثخين ومقاوم للحرائق، كما أنها نبات مقاوم لتملح التربة، ومقاوم للرذاذ الملحي؛ لذلك فإنها تصلح للزراعة على السواحل، وفي الصحارى الساحلية.

## الأهمية الاقتصادية:

وتحتوي بذور هذا النبات مركب الدايسجينين diosgenin، وهو المادة الأولية التي يستخرج منها الستيرويدات steroids والأدوية الستيرويدية steroidal drugs؛ كالكورتيزون cortisone، وحبوب تنظيم الأسرة، وهرمون الإستروجين estrogen، والعوامل المضادة للالتهابات anti-inflammatory agents، وغيرها.

وأخشاب هذه الشجيرة مقاومة للنمل الأبيض، كما أن الفحم المستخرج منها يعطى مقداراً جيداً من الطاقة الحرارية، ومقداراً قليلاً جداً من الدخان، ويمكن زراعة هذه الشجيرة الشائكة كأسيجة حول المزارع؛ لحمايتها من البشر والمواشي.

وبالرغم من أن خلاصة ثمار ولحاء البالاناييتس غير سامة للإنسان والحيوانات، فإنها قاتلة للرخويات كاللحزون، الذي تتخذه دودة البلهارسيا schistosomes كمضيف، ريثما تنتقل إلى جسم الإنسان، كما أن خلاصة هذا النبات تقتل دودة غينيا Guinea worm، المسببة لداء

التينينات dracunculiasis، وكذلك يستخرج من بذور هذه الشجيرة قطران يستخدم في علاج الجرب الذي يصيب الجمال.

تحتوي بذور البلاناييتس نسبة مرتفعة من الزيت 50%، الذي يتألف - بشكل رئيس - من حمض اللينوليك linoleic والأولييك oleic، ويصنف هذا الزيت في عداد الزيوت غير المشبعة unsaturated؛ كما تحتوي البذور كذلك نسبة عالية من البروتينات، مقارنة للنسب التي نجدها في البقوليات؛ كالحمص والفلو، وغيرها.

### طرق الإكثار:

يتم إكثار هذه الشجيرة بواسطة البذور، ومن المعتقد بأن كسر سكون تلك البذور (أي حثها على الإنبات)، يستدعى غلى هذه البذور في الماء لعدة دقائق؛ ومن ثم نقعها في ماء درجة حرارته اعتيادية لمدة 24 ساعة قبل الزراعة، ويمكن تحريض البذور على الإنبات بخدش قشرتها بعناية قبل نقعها في الماء، وفي إحدى التجارب نجحت زراعة البذور مباشرة في الأرض الدائمة بعد نقعها في الماء، وزراعتها في موسم الأمطار في منطقة قاحلة لا تتلقى أكثر من 200 ملمتر من الأمطار سنوياً.

ويمكن إكثار هذه الشجيرة إكثاراً خضرياً vegetative reproduction، بواسطة العقل الجذرية root cuttings، والعقل الساقية، أي قصاصات الأغصان، والنبات البالغ يحتل الرعي والتقليم الجائر (الشديد) heavy pruning؛ بل إن هذا النوع من التقليم يساعده على احتمال الجفاف.

ويبدأ البلاناييتس في الإثمار بعد نحو 5 أعوام من الزراعة، ويعيش لمدة مائة عام، لكنه يتوقف عن إنتاج الثمار في العشرين عاماً الأخيرة من حياته، وتنتج الشجيرة الواحدة كل عام أكثر من مائة كيلو غرام من الثمار.

ويتم الحصول على اللب إما بالتقشير اليدوي أو بالغلي؛ حيث يساعد الغلي على فصل القشرة عن اللب، ويحوى لب البذور على مركبات مرة المذاق، لا بد للتخلص منها من نقع البذور في الماء لعدة أيام بعد أن تغلى مرتين في الماء، على أن يتم التخلص من ماء النقع يومياً.

## عوائق زراعته:

1- حساسيته للصقيع، ووجود أشواك حادة تعيق عملية جنى الثمار، وتعيق القيام بالأعمال الزراعية، كما أن ثمار هذه الشجيرة ليست من ثمار الصف الأول كالموز والأناس، ونظرًا لقوة هذا النبات، فإنه قد يتحول إلى آفة زراعية إذا تمت زراعته في مناطق ذات مناخ جيد.

لكن هذا النبات مثالي عندما يزرع كنبات أسيجة، وعندما يزرع كنبات رعوى، أو عندما يزرع كنبات حراجي لأغراض بيئية وتزيينية؛ فهذا النبات مقاوم للتصحّر desertification، حيث يتفوق في هذا المجال على أشجار كالوكاليتوس والنيم؛ وذلك لأنه يستطيع العيش على الكثبان الرملية في مناطق لا تتلقى أكثر من 250 ملميمتر من الأمطار سنويًا.

وينمو في الهند صنف من البالانايتس يدعى *Balanites roxburghii*، ويتميز هذا الصنف بأن ثماره أكبر حجمًا من الصنف الإفريقي .. ومن الممكن استخدام هذا الصنف في تطعيم grafting الأصول الإفريقية، كما أن من الممكن إجراء التأثير المتصالب cross-pollination بين هذا الصنف وبين الصنف الإفريقي؛ للحصول على ثمار أكبر حجمًا.

## 2- البأؤباب Baobab - أداغونيا ديجيتاتا:

الاسم العلمي: *Adansonia digitata* Linnaeus.

العائلة النباتية: Bombacaceae.

يمكن لجذع شجرة البأؤباب المجوف - بطبيعته - أن يخزن نحو عشرة آلاف لتر من الماء، كما يستخرج صباغ أحمر اللون من جذور هذه الشجرة. وتنتج هذه الشجرة ثمارًا ضخمة بحجم ثمار جوز الهند، كما تتميز هذه الشجرة بلحائها الشخين 10 - 15 سنتيمترًا، ويتضمن الجزء الداخلى من اللحاء أليافًا شديدة الصلابة والمرونة، تصلح لصناعة الخيوط والنسيج والحبال والورق، الصالح لصناعة العملات الورقية. ويعتقد علماء النبات بأن ألياف لحاء البأؤباب تتفوق على الألياف الصناعية في المرونة والقوة، ومقاومة العوامل الجوية، وعوامل التلف، لكن الحصول على الألياف يتطلب انتزاع لحاء هذه الشجرة، وكما نعلم فإن معظم الأشجار تموت عندما يتم انتزاع لحائها، ولكن شجرة البأؤباب بالذات لا تموت عند انتزاع لحاء جذعها، بل إنها تعيد تشكيل هذا اللحاء مجددًا.

تشبه ثمار البأؤباب - من حيث تركيبها الكيميائي - تركيب ثمار البطاطس، وتركيب الحبوب؛ حيث تشكل الكربوهيدرات carbohydrate نحو 80% من محتوى الثمار، ويشكل



البروتين نحو 5٪ من محتواها، كما أن ثمار هذه الشجرة غنية بفيتامين C؛ فهي تحوى ضعف المقدار الموجود في البرتقال، كما تحوى مقادير جيدة من الفوسفور والحديد والكالسيوم، وكذلك فإن لب البذور صالح للأكل، ويحوى نسباً مرتفعة من البروتين والدهون غير المشبعة.

### طرق الإكثار:

يتم إكثار شجرة البأؤباب بواسطة البذور، ويتطلب كسر سكون تلك البذور وتحريضها على الإنبات، أن تغمر لمدة دقيقة واحدة في ماء مغلي، ويمكن تحريض البذور على الإنبات كذلك بخدش البذور بعناية، ومن ثم نقعها في الماء لمدة 12 ساعة، لكن أفضل طرق كسر سكون بذور البأؤباب تتمثل في معاملة البذور بحمض الكبريت *sulfuric acid*.

ويتطلب إنبات البذور نحو 3 أسابيع، ويمكن أن تزرع البذور في مستنبتات، وأن تنقل بعد ذلك إلى الأرض الدائمة عندما يصبح ارتفاعها مترًا واحدًا، وتحتاج هذه الشجرة 9 أعوام حتى تصل إلى طور الإنتاج.

والبأؤباب شجرة متساقطة الأوراق *deciduous*، ويتطلب إنتاج الثمار نحو ستة أشهر بعد تلقيح الأزهار، التي تعتمد في تلقيحها على طائر الخفاش (الوطواط) بشكل رئيس، بالإضافة إلى النحل، وتبقى بذور البأؤباب صالحة للإنبات لمدة خمسة أعوام، كما أن هذه الشجرة مقاومة للجفاف؛ حيث يمكن أن نجدها في مواقع لا تتلقى أكثر من 200 ميليمتر من الأمطار سنويًا، ويعتقد بأن هذه الشجرة لا تحتل الصقيع.

مواقع انتشارها: الهند وسريلانكا ومناطق مختلفة من آسيا، ومن الممكن في أيامنا هذه أن نعثر على هذه الشجرة في أستراليا وأمريكا. لكن مدغشقر تحوى ستة أنواع من الأدانسونيا *Adansonia*، تنمو بشكل طبيعي فيها؛ ولذلك فمن الممكن أن تكون هي الموطن الأصلي لهذه الشجرة، ومن أشهر أصناف البأؤباب التي تنتشر في مدغشقر، نجد الصنف أدانسونيا زا *Adansonia za*، كما تنتشر هنالك أصناف أخرى، كالصنف *Adansonia grandidieri*، والصنف *Adansonia suarezensis*، وتتميز بذور هذا الصنف بمحتوى عالٍ من الزيت، لكن هذا الصنف مهدد بالانقراض.

### 3- الكمثرى الإفريقية:

الاسم العلمي: *Dacryodes edulis*.

العائلة النباتية: *Burseraceae*.

ثمار هذه الشجرة غنية بالبروتين والأحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated fatty acid 30-50%، وبالإضافة إلى الأحماض الدهنية غير المشبعة، فإن ثمار الكمثرى الإفريقية تحوى أحماضاً دهنية مشبعة saturated fatty acid، مثل السيترىك setric، والپالميتىك palmitic، وعندما نضع الدهون المستخرجة من هذا النبات في حرارة 22 درجة مئوية، يصبح بالإمكان فصل الدهون المشبعة عن الدهون غير المشبعة؛ حيث تذوب إحداها، وتبقى الأخرى بمحالتها الجامدة.

ويمكن استخدام خشب هذه الشجرة كبديل لخشب الماهوجنى mahogany.

### طرق الإكثار:

يتم إكثار هذه الشجرة بواسطة البذور، لكن بذور هذه الشجرة تفقد قابليتها للإنبات بعد أسبوع واحد أو ثلاثة أسابيع؛ لذلك يتوجب زراعة هذه البذور بأسرع وقت ممكن قبل أن تفقد صلاحيتها للإنبات، وغالباً ما تزرع بذور هذه الشجرة في مستنبتات، ثم تنقل بعد ذلك إلى الأرض الدائمة، عندما تصبح بعمر عام واحد؛ حيث يتم نقلها في بداية موسم الأمطار، أما الإكثار الخضرى vegetative propagation فهو شديد الصعوبة، لكن بالإمكان إكثار هذه الشجرة بالترقيد الهوائى air layering، وبالتطعيم بالبرعم bud grafting.

وشجرة الكمثرى الإفريقية منفصلة الجنس، أى أن هنالك أشجاراً مؤنثة وأشجاراً مذكرة، وعندما نقوم بإكثار هذه الشجرة بالبذور، فإننا نحصل على 75 % من الأشجار المذكرة غير المنتجة، و25 % من الأشجار المؤنثة المنتجة للثمار، وهذه مشكلة حقيقية تواجه كل من يعتمد على إكثار هذه الشجرة بواسطة البذور، علماً أن تمييز الأشجار المذكرة عن الأشجار المؤنثة، هو أمر غير ممكن قبل أن تدخل الشجرة في طور الإثمار.

أما في حال ما إذا تم إكثار هذه الشجرة بطرق الإكثار الخضرى بالتطعيم أو بالترقيد الهوائى، يصبح بإمكاننا - عندئذ - أن نتحكم في نسبة الأشجار المؤنثة المنتجة، إلى الأشجار المذكرة غير المنتجة كما نريد، وذلك بإكثار الأشجار المؤنثة؛ فكل فرع نقوم بترقيده من شجرة مؤنثة، وكل برعم نأخذه من شجرة مؤنثة، فإنه يتحول إلى شجرة مؤنثة حتماً، وغالباً ما تكون الأزهار المذكرة أكبر حجماً من الأزهار المؤنثة.

الموطن الأصلي: الجابون للنوع النباتى داكريوديس Dacryodes، الذى تنتمى إليه شجرة الكمثرى الإفريقية؛ وذلك لأن هنالك 11 صنفاً من هذا النبات، تنمو في الجابون بشكل طبيعى من بين 19 صنفاً موجودة في القارة الإفريقية.

## 4- من الأصناف المنتشرة في القارة الإفريقية:

*Dacryodes buettneri* (Gabon): شجرة ضخمة منتجة للخشب القابل للتصنيع.

*Dacryodes igaganga*: شجرة ضخمة منتجة للخشب القابل للتصنيع.

*Dacryodes klaineana*. *Dacryodes macrophylla*

## 5- كاريسا ماكروكاربا:

الاسم العلمى: *Carissa macrocarpa*.

العائلة النباتية: *Apocynaceae*.

*Carissa haematocarpa*.

*Carissa bispinosa*.

نبات إفريقى شائك ومثمر، يزرع على نطاق واسع فى الولايات المتحدة كنبات تزيينى، وقد نجحت زراعة هذا النبات على الشواطئ وفى الصحارى الساحلية؛ لأنه نبات مقاوم للتملح، كنبات البالانايتس *Balanites* الذى تقدم ذكره.

إن شجيرة الكاريسا هى شجيرة شائكة، تحوى صمغاً حليبيًا *milky latex*، كالصمغ الحليبي الموجود فى شجرة التين، وتزهو هذه الشجيرة طوال الربيع والصيف، وتمتاز أزهارها برائحتها الجميلة، التى تشبه كلاً من رائحة الياسمين البلدى *jasmine*، ورائحة أزهار البرتقال. وتنمو شجيرة الكاريسا بشكل طبيعى على الكثبان الرملية فى الصحارى الساحلية، كما تنمو كذلك على شواطئ البحار؛ لأنها نبات مقاوم للتملح - كما ذكرت سابقاً. والصنف كاريسا ماكروكاربا *Carissa macrocarpa* صنف محب للرطوبة؛ لذلك فإن زراعة هذا الصنف قد لا تنجح فى الأراضى الجافة، لكن هنالك صنفاً من نبات الكاريسا مقاوم للجفاف، وهو الصنف كاريسا هيماطوكاربا *Carissa haematocarpa*، أما الصنف كاريسا بيسبينوزا *Carissa bispinosa* فهو ملائم للمناطق الجبلية والمرتفعات.

إن نبات الكاريسا هو من أجمل نباتات الأسيجة التى يمكن زراعتها حول الحقول والحدائق فى العالم.

**طريقة إكثارها:** ويتم إكثار الكاريسا بواسطة البذور؛ حيث تنبت هذه البذور بعد نحو أسبوعين أو أربعة أسابيع من الزراعة، ويبدأ هذا النبات فى إنتاج الثمار بعد عامين فقط من الزراعة، ويمكن إكثار هذا النبات بوسائل الإكثار الخضرى *Vegetative propagation*؛

كالترقيد الهوائى Air-layering، والترقيد الأرضى ground-layering (إحاطة سوق النبات بكومة من التراب الرطب؛ لحثها على إطلاق الجذور؛ ومن ثم قطع السوق بعد إطلاقها للجذور وزراعتها كنبات مستقل). ويمكن إكثار هذا النبات بالعقل (قصاصات الأغصان) مباشرة، دون القيام بعمليات الترقيد؛ لكن هذا الأمر يتطلب استخدام هرمونات التجذير، وتحديدًا هرمون Seradix B.

ويمكن زراعة هذا النبات كنبات معترش، لكن التجارب الأولية دلت على أن تعريش هذا النبات كان يؤدي إلى نقص المحصول، علمًا أن الهكتار الواحد من هذا النبات ينتج في جنوب إفريقيا ثلاثة أطنان من الثمار كحد أدنى، وقد لاحظ النباتيون أن تطعيم نبات الكاريسا ماكروكاربا Carissa macrocarpa الإفريقى على أصل (جذر وساق) من نبات الكيراندا Karanda الآسيوى، واسمه العلمى كاريسا كارانداس Carissa carandas - كان يؤدي إلى زيادة ملحوظة في إنتاجية هذا النبات، كما كان هذا الأمر يقلل من حجم الشجيرة في الوقت ذاته.

وهذه الأصناف التى تم انتخابها من شجيرة الكاريسا في الولايات المتحدة، تتميز بغزارة إنتاجها، وتعرف هذه الأصناف بأسماء تجارية؛ كالصنف غيفورد Gifford، والصنف فانسى Fancy، والصنف فرانك Frank، والصنف تشيلسى Chelsey، والصنف سيرينا Serena، والصنف Torrey Pine.

يتطلب نبات الكاريسا أجواء رطبة ودافئة، لكنه يحتمل الصقيع؛ لذلك فإنه يزرع اليوم في بعض الدول الأوروبية، ولا يحتمل هذا النبات الجفاف، ولا ينمو في مناطق تقل معدلات الأمطار فيها عن 1000 ميليمتر سنوياً، ما لم تتوفر له مياه الري، ويمكن ريه بمياه مالحة، درجة موصليتها الكهربائية 8 mmho، أى 5000 ppm، أى أن هذا النبات يمكن ريه بمياه تحوى خمسة آلاف جزء من الملح في كل مليون جزء من الماء، كما أن شجيرة الكاريسا تحتمل رذاذ البحر؛ لذلك فإنها مناسبة جدًا للحدائق الساحلية.

## 6- الكيوانو (KIWANO) Cucumis metulifer:

العائلة النباتية: Cucurbitaceae (العائلة القرعيات).

الاسم العلمى: Cucumis metulifer.

نبات الكيوانو هو نبات حولى annual، معترش، مخنث، أى أن النبات الواحد يحوى أزهارًا مؤنثة وأزهارًا مذكرة، وتنجح زراعة هذا النبات في المواقع التى تنجح فيها زراعة البطيخ Cantaloupes.

إن فاكهة الكيوانو هي من الفواكه المرغوبة جدًا في الأسواق الأوروبية والأمريكية، وتباع هذه الفاكهة هناك بأسعار مرتفعة، إلى درجة أنها تشحن إلى أوروبا والولايات المتحدة عن طريق الجو.. وتزرع هذه الفاكهة اليوم في فلسطين، وتصدر إلى أوروبا باسم ميلانو Melano، كما أن نيوزيلندا تزرع هذه الفاكهة، وتصدرها تحت اسم كيوانو KIWANO.

ولا توجد فاكهة في العالم تستطيع منافسة ثمار الكيوانو في مدة التخزين؛ حيث يمكن حفظ هذه الثمار لعدة أشهر، حتى في المناطق الدافئة والرطبة، دون تبريد، كما أنها تشحن عبر القارات دون تبريد؛ بل إن التبريد يؤدي هذه الفاكهة، ويجعلها عرضة للإصابة بالفطريات.

تتميز فاكهة الكيوانو بوجود قرون حادة على سطحها الخارجي، يمكن أن تؤذي عند القطاف، كما أن هذه القرون يمكن أن تخدش الثمار الأخرى؛ لذلك ينبغي وضع كل ثمرة في حيز مستقل، ووضع فواصل كرتونية بين الثمار.

ونبات الكيوانو هو نبات حولي، وليس معمرًا، كما أنه - كبقية النباتات القثائية (القثائيات Cucurbits هي نباتات حولية غير معمرة من العائلة القثائية Cucurbitaceae)، تنمو بشكل زاحف أو معترش كالبطيخ والخيار والكوسا وغيرها - يحتل الجفاف، ويمكن زراعته بشكل بعلي (غير مروي) في مناطق لا تزيد معدلات الأمطار فيها عن 450 ميليمتر سنويًا، لكن توفير مياه الري لهذا النبات يزيد من كمية المحصول، ويحسن من نوعيته، ويزرع هذا النبات اليوم مرويًا في فلسطين في وادي البحر الميت Dead Sea Rift.

(كلمة بعلي هي كلمة قديمة تعني الإله؛ لذلك فإن عبارة أرض بعليّة تعني بأن الإله يرويه بالمطر).

يتم إكثار نبات الكيوانو بواسطة البذور، وبذور هذا النبات غالبًا ما تكون صعبة الإنبات؛ ويرجع ذلك إلى المادة الهلامية التي تحيط بتلك البذور؛ فهذه المادة الهلامية تحوي مركبات مثبطة، تمنع إنبات البذور داخل الثمرة؛ لذلك فإن حث البذور على الإنبات يتطلب التخلص من أي أثر لهذه المادة الهلامية؛ لذلك توضع البذور مع السائل الهلامي المحيط بها في وعاء، وتضاف كمية من الماء إلى هذا الهلام؛ لإحداث عملية تخمر وتغض في هذا السائل الهلامي، وبعد أسبوع من ذلك يتم غسل البذور بشكل جيد؛ بحيث يتم التخلص من أي أثر من آثار المركبات المثبطة لإنبات البذور، ثم يتم تجفيف البذور، وحفظها، ومن المعتقد بأن عملية التخمر يقصد بها إتلاف المركبات المثبطة لإنبات البذور الموجودة في السائل الهلامي.

إن التجارب الحقلية التي أجريت في فلسطين، قد أكدت بأن الحصول على محصول ذي نوعية جيدة، يتطلب تعريش هذا النبات على أسيجة، كما أكدت تلك التجارب أن النباتات التي تنمو زاحفةً على الأرض، تنتج ثماراً أقل جودة، كما أثبتت تلك التجارب كذلك بأن نبات الكيوانو هو من أشد النباتات القثائية cucurbit مقاومة للديدان الشعبانية (النيماتودا nematodes)، وخصوصاً الديدان الشعبانية من النوعين *Meloidogyne incognita*، *Meloidogyne javanica*).

ويجب الانتباه إلى أن زراعة هذا النبات في بيوت بلاستيكية مغلقة، قد يمنع النحل من تلقيح أزهاره، وبالتالي فإن هذا الأمر سيؤدي إلى نقص المحصول بشكل ملحوظ.

وتصبح ثمار الكيوانو جاهزةً للقطاف بعد نحو شهرين من تلقيح الأزهار؛ حيث ينتج المهكتر الواحد في الظروف المثالية نحو أربعين طنّاً من الثمار، وعندما تدخل الثمار في مرحلة النضج، فإنها لا تنتج الكثير من غاز ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide؛ كما أنها لا تنتج هرمون النضج (الإيثيلين) ethylene؛ وهذا ما يفسر إمكانية تخزين ثمار هذا النبات لفترات طويلة من الزمن، فمن الممكن تخزين هذه الثمار لمدة شهر ونصف في أسوأ الحالات دون أن تتلف. ويجب الانتباه إلى أن ثمار هذا النبات حساسة جداً للإيثيلين، الذي يسرع من نضجها وتلفها.

وخلال فترات التخزين الطويلة هذه، يمكن أن تجف الثمار، ولو بشكل جزئي، وخصوصاً في درجات الحرارة المرتفعة، ودرجات الرطوبة المنخفضة؛ لذلك ينبغي معاملة هذه الثمار بالشمع قبل تخزينها أو شحنها، وينبغي تجنب تبريد هذه الثمار؛ لأن التبريد يتلفها، كما ينبغي أن توضع فواصل بين الثمار؛ بحيث لا تتدش بعضها البعض.

وعندما زرع هذا النبات في فلسطين، لوحظ بأن هذا النبات حساس لطول النهار daylength sensitive؛ حيث كان إنتاج الثمار يتأخر لغاية الخريف؛ حيث يقصر النهار، ويصبح بطول النهار في المناطق الاستوائية، فدخل هذا النبات إلى طور الإزهار يتطلب ألا يزيد عدد ساعات الإضاءة عن 14 ساعة يومياً، وبالمقابل فإن تعرض هذا النبات لنهار قصير - أي تعرضه للقليل من ساعات الإضاءة - قد يؤدي إلى ظهور ثمار خالية من البذور fruits parthenocarpic، وفي هذه الحالة تتشكل الثمار مباشرة من المبيض ovule، كما هي الحال في الأناناس والموز، ومن المعتقد أن الإضاءة المثالية لهذا النبات هي 12 ساعة يومياً.

وتجرى أبحاث لإنتاج أصناف بناتية (خالية من البذور) parthenocarpic من هذا النبات، وذلك بتحريض المبيض ovum على التحول إلى ثمرة دون تلقيح.

وكذلك فإن التحريض على تعدد الصيغة الصبغية ploidy، يمكن أن يحسن من مذاق ثمار الكيوانو، ويمكن أن يؤدي إلى إنتاج ثمار خالية من البذور، وهو الأمر الذى نجح مع ثمار البطيخ. ولا بد من الإشارة كذلك إلى أن نبات الكيوانو، هو نبات مقاوم للملح إلى حد ما؛ فقد كان يروى في فلسطين بمياه درجة ملوحته تتراوح بين 3.5 و 4.5 DS/m. وهنالك اعتقاد بأن مياه الري المالحة تحسن من مذاق ثمار هذا النبات.

## 7- تفاح كي (Dovyalis caffra) : Kei apple

الاسم العلمى: Dovyalis caffra (دوفيليس كافرا).

العائلة النباتية: Flacourtiaceae.

شجيرة شائكة، ثمارها شبيهة بثمار التفاح، تزرع غالبًا في أسيجة الحقول؛ نظرًا لاحتوائها على أشواك حادة طويلة، وهذا النبات من النباتات المقاومة للجفاف والصقيع والتملح؛ لذلك يمكن زراعته في الصحارى الساحلية وقرب الشواطئ، وهذا النبات يزرع اليوم على سواحل ولاية كاليفورنيا الأمريكية، ونظرًا لمقاومة هذا النبات للجفاف، فإنه يزرع اليوم في صحراء الأريزونا، وقد نجحت زراعة هذا النبات في فلسطين، حيث يزرع كأسيجة للمزارع والحدائق، لكن كثيرًا من المزارعين هنالك قد امتنعوا عن زراعته؛ لأنه كان عرضة لهجمات ذبابة فاكهة حوض المتوسط the Mediterranean fruitfly، كما يزرع هذا النبات كنبات رعوى؛ حيث تساهم أشواكه الطويلة الحادة والكثيفة في منع المواشى من القضاء على الشجيرات، كما أن المواشى لا تتجه لالتهام هذا النبات الشائك إلا بعد أن تأتى على النباتات الأخرى. وهذا النبات منفصل الجنس، أى أن هنالك شجيرات مؤنثة، وهنالك شجيرات مذكرة، ويوصى الخبراء بزراعة شجيرة مذكرة لكل عشر شجيرات مؤنثة، كما يوصون بأن تزرع الشجيرات المذكرة في الجهة التى تهب منها الرياح على الحقل في موسم الإزهار.

**طرق الإكثار:** إكثار هذا النبات بواسطة البذور، مع أن النباتيين لا ينصحون بإكثار النباتات التى تزرع من أجل الثمر بهذه الطريقة؛ لأن البذرة تحتاج إلى خمسة أعوام حتى تصل إلى طور الإزهار، كما أن معظم النباتات التى تزرع عن طريق البذور، تكون نباتات مذكرة، وكذلك فإن تلك النباتات تكون ذات أشواك حادة قوية، وثمار ذات نوعية متدنية؛ ولذلك ينصح بإكثار هذه الشجيرة بطرق الإكثار الخضرى Vegetative propagation؛ حيث يمكن إكثار هذه الشجيرة بزراعة العقل cuttings، ويمكن إكثارها كذلك بطرق الترقيد الهوائى air-layers.

إن الشجيرات التي نحصل عليها بطرق الإكثار الخضري، تزهر قبل عامين من الشجيرات التي زرعت عن طريق البذور. ويتم تطعيم هذه الشجيرة بنجاح، سواء بتطعيم أشجار مذكرة على أصول مؤنثة (الطعم مذكر والساق والجذور لشجرة مؤنثة)، أو بالعكس، كما يمكن تطعيم أنواع مختلفة من هذا النبات مع بعضها البعض بنجاح. وللحصول على إنتاجية مرتفعة من هذه الشجيرة، ينبغي إجراء تقليم شديد كل عام، كما يوصى بإزالة كل الأغصان لغاية ارتفاع متر واحد من سطح الأرض، كما ينبغي الإبقاء على مسافة 3 أمتار بين كل صف وآخر من صفوف هذه الشجيرة، ويجب الحذر عند القطف من أشواكها المؤذية.

وعلىنا الانتباه إلى أن هذا النبات سام للنباتات المجاورة له allelopathy؛ حيث إن جذوره تفرز مركبات تثبط نمو جذور النباتات الموجودة في مجالها الحيوى.

كما أن جذور هذه الشجيرة هي جذور سطحية، تنتشر قرب سطح التربة؛ وذلك لأنها معدة لاقتناص مياه الأمطار، وبذلك فإنها تنافس النباتات ذات الجذور السطحية على المياه، ويمكن الاستفادة من هذه الميزات، بزراعة هذه الشجيرة في المناطق الموبوءة بأعشاب ضارة؛ لكبت نمو تلك الأعشاب.

وهذه الشجيرة شجيرة متساقطة الأوراق Deciduous، لكنها لا تبدو كذلك؛ لأن الأوراق القديمة لا تسقط إلا عند ظهور الأوراق الجديدة، وبما أن هذه الشجيرة منفصلة الجنس - كما ذكرت سابقاً - فإنها تعتمد في تلقيحها على التأثير المتصالب Cross-pollination، أى التزاوج مع شجيرات أخرى.

وتنتشر في القارة الإفريقية أصناف أخرى من هذه الشجيرة؛ كالصنف دوفاليس أبيسينيكا *Dovyalis abyssinica*، وبذور هذا الصنف تفقد مقدرتها على الإنبات خلال بضعة أشهر؛ لذلك ينبغي الإسراع في زراعتها، وهنالك الصنف دوفاليس هيسبيدولا *Dovyalis hispidula*، وثمار هذا الصنف حلوة المذاق، والأصناف المعروفة من هذا النبات هي:

*Dovyalis caffra* - *Dovyalis abyssinica*  
*Dovyalis hispidula* - *Dovyalis hebecarpa*  
*Dovyalis longispinus* - *Dovyalis lucida*  
*Dovyalis macrocalyx* - *Dovyalis rhamnoides*  
*Dovyalis rotundifolia* - *Dovyalis zeyheri*

ولابد من أن تهجين هذه الأصناف مع بعضها البعض يمكن أن ينتج هجائن بواصفات مرغوبة زراعياً.



## 8- المارولا (Marula):

الاسم العلمي: Sclerocarya birrea.

العائلة النباتية: Anacardiaceae، وهي عائلة شجرة المانغو Mango.

تحتوي ثمار هذا النبات مقداراً من فيتامين C، يعادل أربعة أضعاف المقدار الموجود في البرتقال، كما أن بذور هذا النبات صالحة للأكل، ويستخرج منها زيت قابل للاشتعال.

وينتمي هذا النبات إلى العائلة النباتية Anacardiaceae، وهي العائلة النباتية التي تضم نباتات مثل المانغو Mango والكاشو cashew والفسق pistachio، وتحتوي بذور المارولا نسباً مرتفعة من الزيت، تصل إلى 60%، ويحتوي هذا الزيت أحماضاً دهنية غير مشبعة unsaturated fatty acids؛ كحمض الأوليك oleic، وحمض اللينوليك، كما تحتوي نسباً مرتفعة من البروتين من 20 إلى 30%.

لقد تمت زراعة هذه الشجيرة بشكل تجريبي في صحراء النقب Negeve Desery في فلسطين، كما تمت زراعتها كذلك في مناطق أخرى من العالم، وشجيرة المارولا هي شجيرة منفصلة الجنس؛ فهناك شجيرات مؤنثة وشجيرات مذكرة، كما أن هذه الشجيرة غزيرة الإنتاج؛ فقد حملت إحدى هذه الشجيرات 90 ألف ثمرة، كما حملت شجيرة أخرى أكثر من أربعة أطنان من الثمار.

إن شجيرة المارولا هي من الشجيرات المقاومة للملح؛ فمن الممكن ريها بمياه مالحة، كما أنها شجيرة مقاومة للجفاف والتصحر، وقد ذكرت سابقاً أن زراعتها قد نجحت في صحراء النقب، كما أنها تحتل درجات الحرارة المرتفعة في الصحاري.

والزيت المستخرج من بذور هذه الشجيرة ذو خواص مشابهة لزيت الزيتون، وزيت بذور المارولا صالح للطعام، كما أنه يستخدم في صناعة مستحضرات التجميل؛ نظراً لأنه يحافظ على شباب البشرة وحيويتها، وكذلك فإنه يمتاز بخواص مضادة للبكتيريا؛ لذلك فإنه يستخدم في علاج الجروح والحروق، وكذلك فإنه يستخدم في حفظ اللحوم المجففة.

وتعزى حموضة ثمار هذا النبات إلى فيتامين C، أي حمض الأسكوربيك ascorbic acid، كما يعزى المذاق الحامض كذلك إلى وجود حمض الستريك citric acid. (حمض الأسكوربيك ascorbic acid هو ذاته الفيتامين سي C).

طرق الإكثار: إكثار شجيرة المارولا بواسطة البذور، بعد أن نقوم بتخزينها لعدة أشهر قبل الزراعة؛ حيث تنمو البذور بعد ذلك بسهولة عند توفر الرطوبة والدفع، وقد أثبتت التجارب الحقلية الميدانية التي أجريت في فلسطين أن الإكثار الخضرى بواسطة العقل الجذرية root cuttings هو أمر ناجح جداً وشديد السهولة، ويمكن إكثار هذه الشجيرة بغرس أفرع وأغصان ضخمة في التربة الرطبة؛ ولذلك فإننا نختار أغصاناً طولها متران وقطرها عشرة سنتيمترات، ونقوم بغرسها بعمق 60 سنتيمترًا في تربة رطبة، وينبغي إجراء هذه العملية في بداية موسم النمو، عندما تبدأ البراعم بالانتفاخ، ويمكن إكثار هذه الشجيرة كذلك بالتطعيم الطرفى terminal grafts؛ حيث تجرى عملية التطعيم هذه في بداية الربيع، ويتوجب تغطية مكان التطعيم بمادة شمعية.

وعند نضج ثمار هذه الشجيرة، فإنها تسقط من تلقاء نفسها، وقد دلت التجارب التي أجريت في فلسطين أن الشجيرة الواحدة تسقط نحو 80% من ثمارها خلال أسبوعين. وكما ذكرت سابقاً، فإن هذه الشجيرة تتميز بإنتاجية عالية جداً؛ ولذلك من الممكن الحصول على طن من البذور وأكثر من طن من العصير من شجيرة واحدة، ومن كل طن من البذور يمكن الحصول على 40 كيلو غراماً من الزيت، و40 كيلو غراماً من البروتين.

إن شجيرة المارولا معرضة للإصابة بذبابة فاكهة المارولا marula fruit fly Ceratitis cosyra.

وكما ذكرت سابقاً، فإن هذه الشجيرة منفصلة الجنس؛ ولذلك فإننا نزرع شجرة مذكرة لكل خمس أشجار مؤنثة، وبالرغم من ذلك فإننا نجد في بعض الأحيان أشجاراً مخنثة hermaphrodite ذاتية التلقيح self-fertile من هذه الشجيرة، وهذه الشجيرات المخنثة ذات قيمة زراعية عالية؛ حيث يمكن استخدامها كأمهات لإنتاج المزيد من الشجيرات المخنثة.

وتصلح شجيرة المارولا للزراعة كشجرة حراجية (غابات) في الأراضى الجافة؛ لذلك فإن هذه الشجيرة تنتشر اليوم بشكل واسع جداً في أحراج (غابات) فلسطين، وعلى جوانب الطرقات.

ويمكن زراعة هذه الشجيرة في مناطق جافة، لا تزيد معدلات الأمطار فيها عن 250 ملميمترًا سنوياً، وجذور هذه الشجيرة هي جذور عصارية، تقوم بتخزين الماء؛ لاستخدامها في مواسم الجفاف، وتنمو شجيرة المارولا بشكل طبيعي في ناميبيا في مناطق جافة، لا تزيد معدلات الأمطار فيها عن 250 ملميمترًا سنوياً، وكذلك فإن هذه الشجيرة تحتل الصقيع، لكنها تتأذى عندما تتدنى درجة الحرارة إلى ما دون الصفر، كما أنها تحتل درجات الحرارة العالية؛ لذلك فقد

نجحت زراعتها في وادي عربية Arava Valley في فلسطين؛ حيث درجة الحرارة تصل إلى 45 درجة مئوية.

لكن أهم ميزات هذه الشجيرة على الإطلاق، تتمثل في مقاومتها الشديدة للملح؛ بل إن هذه الشجيرة هي واحدة من أشد النباتات الإفريقية مقاومةً للملح، وقد كانت هذه الشجيرة تروى في فلسطين بماء مالح، درجة ملوحته EC 32.

### 9- التمر هندي (Tamarind):

الاسم العلمي: *Tamarindus indica* تاماراندوس إندیکا.

العائلة النباتية: Leguminosae Caesalpinioideae.

الموطن الأصلي لهذه الشجرة هو القارة الإفريقية.

وشجرة التمر هندي شجرة دائمة الخضرة، كما أنها مقاومة لرذاذ البحر المالح؛ ولذلك فإنها تصلح للزراعة على السواحل، كما أن هذه الشجرة مقاومة للجفاف والحرائق.

وتفزر هذه الشجرة صمغاً شديد الاحمرار، ويمكن لهذه الشجرة أن تفقد أوراقها بشكل تام عند تعرضها للجفاف، وهي شجرة معمرة، تستطيع أن تحافظ على إنتاجيتها لأكثر من مائة عام، وبما أن هذه الشجرة بقولية، فإن ثمارها وبذورها تتموضع داخل قرون، كما أن أزهارها تتموضع على شكل عناقيد زهرية.

وتذكر بعض المصادر أن بإمكان هذه الشجرة أن تعيش في مناطق شبه جافة، لا تتلقى أكثر من 500 ملميمتر من الأمطار سنوياً، ويعتقد بأنها لا تتحمل الصقيع، ولكنها تتحمل درجات الحرارة المرتفعة حتى 50 درجة مئوية.

ونجد هذه الشجرة في الطبيعة في المواقع ذاتها التي تنمو فيها شجرة البأوباب، وهذا يعني أن متطلبات نموها مشابهة لمتطلبات تلك الشجرة، وتحتل هذه الشجرة الحموضة الشديدة في التربة pH 4.5، كما تتحمل القلوية الشديدة pH 8.7.

### الأهمية الاقتصادية:

وبذور التمر هندي صالحة للأكل، وتحتوي 60% نشاء، كما يستخرج من هذه البذور زيت مشابه لزيت الفول السوداني، ويستخرج من هذه البذور كذلك صمغ قوى جداً، يستخدم في لصق الورق والأخشاب المضغوطة (المعاكس).

وزيت التمر هندي يمتلك قابلية جزئية للجفاف، مثل زيت الكتان linseed oil؛ لذلك فإن هذا الزيت يصلح لصناعة الطلاء (الورنيش)، أما أخشاب هذه الشجرة فهي شديدة الصلابة، وتصلح لصناعة المفروشات والأثاث المنزلي والقوارب. ويسوق خشب شجر التمر هندي تجاريًا تحت اسم Madeira Mahogany، لكن تصنيع هذا الخشب هو أمر شديد الصعوبة؛ نظرًا لصلابته الشديدة، والفحم المصنع من خشب التمر هندي، هو فحم ذو جودة عالية. كما أن أوراق شجرة التمر هندي مفضلة لدى دودة القز البرية silkworms.

تستخدم ثمار التمر هندي مع الملح في تلميع المعادن، وترجع الحموضة في ثمار هذا النبات إلى مركب حمض الترتريك tartaric acid 10%، وهناك أصناف من التمر هندي ذات ثمار حلوة، لا تحوي أية حموضة، وثمار التمر هندي لا تحوي فيتامين C، لكنها تحوي مقدارًا من الكالسيوم Calcium غير موجود في أية فاكهة معروفة في العالم؛ حيث تحوي ثمار التمر هندي ما نسبته 0.1 من الكالسيوم، كما تحوي مقادير عالية من الفوسفور والبوتاس؛ ولذلك فإن هذه الثمار مناسبة تمامًا لعلاج فقر الدم (الأنيميا) anemia، أما بذور التمر هندي فهي ذات تركيب مشابه لتركيب الذرة والقمح، من حيث غناها بالمركبات النشوية؛ فهي تحوي 60% نشاء و15% بروتين و5% زيت، والبروتين الموجود في بذور هذا النبات غني بالأحماض الأمينية amino acids.

**طرق الإكثار:** إكثار التمر هندي بواسطة البذور، علمًا أن بذور هذه الشجرة تبقى محتفظة بمقدرتها على الإنبات لعدة سنوات، ويبيد هذا النبات بالإثمار بعد نحو 8 أعوام من الزراعة، ويمكن إكثار هذا النبات بطرق الإكثار الخضري، والنباتات التي نحصل عليها بطرق الإكثار هذه تكون أكثر إنتاجًا، كما أنها تبدأ في الإنتاج بعد أربعة أعوام من الزراعة، وكذلك فإن هذه الأشجار تكون أصغر حجمًا من الأشجار التي تم الحصول عليها عن طريق زراعة البذور، وتتمثل طرق الإكثار الخضري هذه في زراعة عقل الأغصان، أو التطعيم بالرقعة والتطعيم بالدرع.

تزرع أشجار التمر هندي في تايلاند، بواقع 500 شجرة في الهكتار الواحد، ويجرى تقليم شديد لهذه الأشجار، بحيث يتم التخلص من الأغصان القديمة، ويتم تشجيع الأغصان الفتية المنتجة للثمار على النمو.

وتستطيع أشجار التمر هندي الاستمرار في إنتاج الثمار لمدة خمسين عامًا على الأقل.

إن التمر هندي يمتلك مقاومة معتدلة للجفاف، لكن إمكانية الحصول على إنتاجية جيدة عند زراعة هذه الشجرة في مناطق جافة، هو أمر مستبعد، وبالرغم من أن هذا النبات هو من

الأشجار البقولية (القرنية) Legume، فإنه لا يقوم بتثبيت النيتروجين الجوى فى التربة، بالرغم من وجود ما يشبه العقد الجذرية على جذوره.

وتحدث أحياناً فى نبات التمر هندى ظاهرة البراعم الطافرة Budsports، وهذا يعنى أن هنالك أفرع، تظهر أحياناً على الأشجار، تحمل ثماراً مختلفة عن الثمار التى تحملها الأفرع الأخرى فى الشجرة، وإذا قمنا بإكثار هذه الأفرع بطرق الإكثار الخضرى، فإننا نحصل على أشجار كاملة، تحمل صفات تلك الأفرع الطافرة التى زرعت انطلاقاً منها، وتحمل ثماراً بتلك المواصفات .. فإذا ظهر فرع طافر على شجرة تحمل ثماراً شديدة الحموضة وقصيرة القرون، وكان هذا الفرع الطافر يحمل ثماراً حلوة المذاق فى قرون طويلة، فإننا إذا قمنا بزراعة قصاصات من هذا الفرع الطافر، فإننا سنحصل على أشجار قرونها طويلة، وثمارها حلوة المذاق، وهكذا.

وعند زراعة هذه الشجرة عن طريق البذور، تظهر أحياناً أشجار تمتلك مقاومة شديدة للجفاف، كما تظهر أشجار بمواصفات رائعة أخرى؛ لذلك يتوجب الانتباه إلى مثل هذه الأشجار، والقيام بإكثارها بطرق الإكثار الخضرى، واعتمادها كأمهات فى المشاتل الزراعية.

إن أغصان شجرة التمر هندى تتميز بالمرونة الشديدة، والقوة فى الوقت ذاته، كما أن هذه الشجرة تتمتع بجذور راسخة، بالإضافة إلى أن القرون لا يمكن فصلها بسهولة عن الأغصان؛ لذلك فإن هذه الشجرة مناسبة جداً للمناطق المعرضة للعواصف.

ويؤكد النباتيون والخبراء البيئيون بأن شجرة التمر هندى - بالذات - هى خير سلاح يمكن استخدامه فى مواجهة ظاهرة الدفيئة greenhouse effect؛ نظراً لمقدرتها المتميزة على تجميع الكربون الجوى.

#### 10- بوسيك سينيجالينسيس (Boscia senegalensis):

Mukheit – aizen

تنمو هذه الشجيرة فى المناطق الشمالية الجافة من إفريقيا (الصومال - السودان - مصر - موريتانيا)، وهى شجيرة صحراوية مقاومة للجفاف والتصحر والرعى، بل إنها شجرة رعوية وحراجية بامتياز؛ فالماشى والحيوانات البرية لا تستسيغها ولا تقتات عليها إلا عندما لا تجد شيئاً آخر تأكله، وبالإضافة إلى مقاومة هذه الشجيرة للجفاف والرعى، فإنها تحتل درجات الحرارة العالية حتى 45 درجة مئوية، كما أنها تحتل العيش على الكثبان الرملية وبين الصخور، ويمكن أن نجد هذه الشجيرة فى مناطق لا تزيد معدلات الأمطار فيها عن 100 ملليمتر (مائة ملليمتر فقط)، لكنها تنمو بشكل جيد فى المناطق التى تتلقى 250 ملليمتر من الأمطار سنوياً،

وترجع مقاومة هذا النبات الشديدة للجفاف إلى بنيته التشريحية المتميزة؛ فأوراقه مغطاة ببشرة Cuticle سمكها 20 ميكرون، كما أن مسام الأوراق stomata غائرة في فوهات عميقة؛ بحيث لا تكون على تماس مباشر مع الجو الخارجى، كما أن كل مسامه محمية بجدار واقٍ.

تنتج شجيرة البوسيك ثماراً وبذوراً صالحة للأكل، لكن هذه البذور مرة المذاق، وينبغي نقعها في الماء لمدة أسبوع، مع تبديل الماء بشكل يومي؛ حتى نتخلص من المذاق المر؛ قبل أن نقوم بطهيها، وقبل أن نقوم بطحنها؛ للحصول على الدقيق، أو تحميصها لاستخدامها كبديل عن حبوب البن (القهوة). وتحوى بذور البوسيك مقادير عالية من البروتين والكبريت والزنك، أما جذورها فهي ذات مذاق حلو.. وبعد أن نقوم بنزع لحاء تلك الجذور، يمكن طهيها أو تجفيفها وحفظها لحين الحاجة، كما تمتلك هذه الشجرة خاصية تنقية المياه من الملوثات والشوائب، وذلك بتقطيع لحاء جذورها وأوراقها، ورمي تلك القصاصات على سطح الماء الذى نريد تنقيته، وبعد 24 ساعة من ذلك، نلاحظ بأن جميع الشوائب والملوثات قد رست في القاع، وهنالك شجيرة إفريقية أخرى تتفوق على هذه الشجيرة في تنقية الماء، وهى شجيرة المورينجا Moringa، لكنها لا تنمو في المناطق الجافة التى تنمو فيها شجيرة البوسيك.

إن بعض التقارير العلمية تؤكد بأن جميع المساعدات الدولية التى قدمت للسودان خلال مجاعة العام 1984، كانت في كفة، وما قدمته هذه الشجيرة كان في كفة أخرى، وأن هذه الشجيرة قد أنقذت حياة آلاف الأرواح؛ فهذه الشجيرة هى النبات الوحيد الذى يبقى على قيد الحياة في ظروف الجفاف الشديد.

**طرق إكثارها:** إكثار شجيرة البوسيك بواسطة البذور، ويعتقد بأنه من الممكن إكثارها إكثاراً خضرياً، بواسطة عقل الساق والعقل الجذرية.

وكما هى حال أوراق شجرة النيم، فإن أوراق البوسيك الجافة توضع مع الحبوب؛ لحمايتها من الحشرات والديدان أثناء التخزين.

وهنالك صنف شديد الشبه بالصنف بوسيك سينيجالينسيس *Boscia senegalensis*، وهو الصنف بوسيك أنغوستيفوليا *Boscia angustifolia*.. لكن هنالك نقطة اختلاف مهمة بين هذين الصنفين، وهى أن جذور شجيرة البوسيك أنغوستيفوليا غير صالحة للأكل، بخلاف جذور شجرة البوسيك سينيجالينسيس.

و كما هي حال الصنف بوسيك سينيجالينسيس *Boscia senegalensis*، فهناك صنف آخر يتميز بجذوره ذات المذاق الحلو، والتي تحوى نسباً مرتفعة من السكر، وهو الصنف بوسيك البيترونكا *Boscia albitrunca*، والذي يعرف بشجرة الراعى.

وقد ثبت بشكل علمى أن جذور شجيرة البوسيكيا قاتلة للفطريات؛ لذلك يمكن استخدامها كمواد حافظة طبيعية.

## 11- الفيتيكس - فيتيكس أجنوس كاكثوس (*Vitex agnus - castus*):

تستخدم أخشاب هذه الشجرة فى بناء البيوت، وصناعة المفروشات والأثاث المنزلى، ويقال إن خشب هذه الشجرة هو من الأخشاب التى تشتعل عند احتكاكها مع بعضها البعض.

وقد دلت الدراسات العلمية أن شجرة الفيتيكس أجنوس كاكثوس *Vitex agnus-castus*، تمتلك خصائص هرمونية تؤثر على الدماغ بشكل مباشر، وبأن ثمار هذه الشجرة تفيد فعلياً فى علاج متلازمة ما قبل الطمث *premenstrual syndrome*، أو التخفيف من أعراضها بشكل ملموس، وتمثل هذه الأعراض فى الغضب والعصبية واحتقان الثدي.

أما الصنف فيتيكس دونيانا *Vitex doniana Sweet*، فإنه ينتج ثماراً سوداء حلوة المذاق، تشبه حبات الزيتون، ويستعمل مغلى لحاء هذه الشجرة المكثف فى تسكين آلام الأسنان، وعلاج الأمراض الجلدية.

يتم إكثار هذه الشجرة بطرق الإكثار الخضرى، باستخدام العقل الساقية والجذرية.

ويتم تصدير أخشاب الصنف فيتيكس جرانديفلورا *Vitex grandiflora Turcz* إلى أوروبا، والخشب المستخرج من هذا الصنف يعتبر من الأخشاب المرغوبة تجارياً.

أما الصنف فيتيكس سيمبليسيفوليا *Vitex simplicifolia Oliv*، فهو عبارة عن شجيرة صغيرة، نجدها فى مصر والسودان، يستخرج من أوراقها زيت عطرى ذو رائحة قوية.

ويتطلب كسر سكون بذور الصنف فيتيكس بيوس *Vitex payos (Lour.) Merr*، وتحريضها على الإنبات، أن نتركها فى الهواء الطلق لمدة عام كامل، قبل أن نقوم بخدش تلك البذور فى الطرف الذى يحوى فتحتين، وبعد زراعة هذه البذور، فإن النبات ينمو ببطء فى سنواته الأولى، لكن سرعة نموه تتضاعف بعد ذلك.

## أنصاف الفيتيكس الشهيرة:

Vitex cienkowskii (Vitex doniana Sweet)- Vitex cuneata - Vitex payos  
 Vitex simplicifolia Oliv -Vitex doniana- Vitex grandiflora Turcz  
 Vitex isotjensis,-Vitex payos (Lour.) Merr - Vitex madiensis Oliv  
 Vitex pooara Corbishley -Vitex mombassae Vatke - Vitex mombassae- Vitex  
 payos

## 12- تفاح الكاسترد الإفريقي (AFRICAN CUSTARD APPLE) - أنونا سينيجالينسيس (Annona senegalensis):

تنمو هذه الشجيرة في مناطق تتلقى أكثر من 750 ملم من الأمطار سنوياً، لكن جذورها  
 متعمقة في التربة؛ لذلك يعتقد بأن بإمكان هذه الشجيرة أن تقاوم الجفاف إلى حد ما.

وينتج تفاح الكاسترد كميات وفيرة من غبار الطلع pollen، وغبار الطلع عبارة عن مسحوق  
 تطلقه الأزهار المذكرة، أو الأجزاء المذكرة في الزهرة؛ لتلقيح الأزهار المؤنثة في أشجار أخرى، أو  
 في النبات ذاته، أو تلقيح الأجزاء المؤنثة في الزهرة ذاتها.

وقد نجحت زراعة هذه الشجيرة في البرازيل، وفي مناطق مختلفة من العالم.

يستخدم لحاء هذه الشجيرة في علاج التقرحات الجلدية، أما خلاصة الأوراق فتستخدم في  
 مكافحة القمل lice والطفيليات الجلدية المختلفة.

## 13- JUNGLESOP - (Anonidium mannii Oliv):

شجرة إفريقية، تنمو في المناطق الاستوائية، وتنتج ثماراً ضخمة جداً؛ حيث تزن الثمرة  
 الواحدة نحو خمسة كيلو جرامات، وبذلك فإن ثمار هذه الشجرة تساوي في الضخامة أكبر ثمار  
 معروفة في العالم تنمو على الأشجار، وهي ثمار شجرة الجاكفروت Jackfruit، وهي ثمار شجرة  
 آسيوية سريعة النمو، اسمها العلمي أتروكاربوس هيتروفيلوس Artocarpus heterophyllus.  
 وتشبه ثمار هذه الشجرة ما يدعى بثمار الخبز Breadfruit، وقد أتت التسمية Jackfruit من  
 اللغة البرتغالية في القرن السادس عشر، واليوم تزرع شجرة JUNGLESOP في ولاية فلوريدا،  
 وفي ماليزيا وهاواي وجنوب كوينزلاند Queensland، أي استراليا، لكن هذه الشجرة لا تصلح  
 للزراعة في المناطق الجافة أو شبه الجافة، كما أنها لا تحتمل البرودة، وبالإضافة إلى ذلك، فإنها  
 عرضة للإصابة بالكثير من الأمراض الفطرية.



## 14- شجرة الأبنوس (Ebony trees):

Diospyros species,

العائلة النباتية: Ebenaceae.

إن خشب الأبنوس مشهور في كافة أنحاء العالم، ويمتاز هذا الخشب بأنه ذو لون أسود لامع، كما يمتاز بأنه صلب كالصخر، ومصقول كالزجاج، وهو أثمن خشب في العالم على الإطلاق؛ حيث يباع أحياناً بالغرام.

والصنف Diospyros kaki هو من أشهر أشجار الأبنوس في العالم؛ لأن هذه الشجرة تنتج ثمار الكاكي kaki أو persimmon، وتزرع هذه الشجرة اليوم على نطاق واسع في فلسطين، وفي أوروبا والولايات المتحدة، وتعتبر ثمار الكاكي المنتجة في فلسطين من أفخر ثمار الكاكي في العالم؛ حيث يتم تصديرها إلى الولايات المتحدة وأوروبا.

وهناك أصناف أخرى مثمرة من الأبنوس كالصنفين:

Diospyros ebenaster

Diospyros discolor

تحتوي ثمار الكاكي مقادير وفيرة من فيتامين C، وكما هي الحال بالنسبة للتفاح، فإن معظم مقادير هذا الفيتامين تتركز في القشرة، ويعتقد بأن لون الثمار الأحمر يعود إلى مركب الليكوبين lycopene، وهو مركب شبه كاروتيني carotenoid موجود في الطماطم كذلك.

ولحاء بعض أشجار الكاكي أو الأبنوس يفرز صباغاً أزرق قاتمًا يستخدم في صباغ الملابس كما يفرز اللحاء كذلك مركباً صمغياً قابلاً للاستخدام، كما يستخدم النحاتين خشب الأبنوس في صناعة التماثيل الخشبية.

إن شجرة الأبنوس هي من أشجار المناطق الرطبة، لكن النجاح الباهر الذي حققته زراعة هذه الشجرة في فلسطين، قد أكد إمكانية زراعة هذه الشجرة في المناطق الجافة، مع توفير القليل من مياه الري.

**طرق الإكثار:** يمكن إكثار شجرة الأبنوس بوسائل الإكثار الخضري، باستخدام العقل الجذرية والعقل الساقية، ويمكن إكثارها كذلك عن طريق البذور، ولا بد قبل ذلك من كسر سكون تلك البذور، وحثها على الإنبات، بغمرها بالماء الساخن.

وتكون شجرة الأبنوس بطيئة النمو في بداية حياتها، لكن سرعة نموها تتضاعف بعد ذلك، وهناك أصناف سريعة النمو من شجرة الأبنوس، كالصنف *Diospyros lycioides*. ويتطلب نضج ثمار الكاكي (الأبنوس) نحو سبعة أشهر في المناطق الرطبة، ولكن الثمار تنضج بشكل أسرع في المناطق الجافة.

### 15-JACKAL BERRY:

شجرة ضخمة من أشجار الأبنوس دائمة الخضرة evergreen، منفصلة الجنس، فهناك أشجار تحمل أزهارًا مؤنثة، وهناك أشجار تحمل أزهارًا مذكرة، وتبدو ثمار هذه الشجرة وكأنها خالية من مركب التانين tannin، وهو المركب ذو المذاق القابض في ثمار الكاكي persimmon من الأصناف الأخرى.

وهذه الشجرة مقاومة للجفاف؛ فهي تنمو بشكل طبيعي في تشاد، في مناطق لا تتلقى أكثر من 300 ملم من الأمطار سنويًا.

الصنف *Diospyros lycioides*:

شجيرة سريعة النمو، تبدأ في إنتاج الثمار بعد 4 سنوات، وأخشاب هذا الصنف عالية الجودة، كما تستعمل غصيناتها في تنظيف الأسنان؛ لأنها تحوى مركبات مضادة للبكتيريا والعوامل الممرضة الموجودة في الفم.

من أصناف الأبنوس الشهيرة:

*Diospyros kaki* - persimmon *Diospyros kaki*

*Diospyros ebenaster* - *Diospyros discolor*

*D. mespiliformis*- *Diospyros mespiliformis*

*Diospyros mespiliformis* - *Diospyros whyteana*

*Diospyros lycioides* - jackal berry tree *Diospyros mespiliformis*

*Diospyros lycioides* - *Diospyros kirkii* Hiern

*Diospyros batocana* Hiern- *Diospyros chamaethamnus* Dinter

*Diospyros pallens* Thunb

### 16- بارينارى إكسيلسا *Parinari excelsa*:

إن ثمار وبذور هذه الشجرة الإفريقية صالحة للأكل، كما أن أخشابها صالحة للتصنيع. وبذور هذه الشجرة صعبة الإنبات، لكن إكثارها ممكن باستخدام العقل الجذرية؛ حيث

تطلق جذور هذه الشجرة أعدادًا وفيرة من البراعم عندما تتعرض للضوء أو الهواء، أو عندما تجرح، ويمكن بعد ذلك قطع تلك الجذور مع براعمها، وزراعتها في ترب رملية في مستنبتات شديدة الرطوبة، ويفضل أن تروى بالريذاذ .. ومن الممكن إكثار هذه الشجرة بالعقل الساقية.

#### 17- شجرة الموبولا mobola:

ثمار هذه الشجرة وبذورها صالحة للأكل، ومن غريب ما يذكر عن هذه الشجرة أنها تدعى بالشجرة المتأوهة hissing tree؛ لأنها تصدر صوت أنين ونحيب حاد عندما تقطع. وأخشاب هذه الشجرة تحوى بلورات سلكونية، تثلم المناشير وأدوات تشكيل وتقطيع الخشب المختلفة؛ ولذلك فإن أخشابها لا تصلح للتصنيع.

#### 18- تفاح الرمال (sand apple):

Parinari capensis Harv

شجيرة بلا جذع؛ حيث تنبعث أغصانها مباشرةً من الجذور، أو بالأصح من الريزوم (الساق الأرضية). وقد دعيت هذه الشجيرة بتفاح الرمال؛ لأن نضج الثمار يتطلب أن نقوم بدفنها في الرمال لفترة من الزمن.

وهذه الشجرة مقاومة للجفاف، ويمكن أن تنمو على الكثبان الرملية، ويمكن أن تعيش على السواحل.

#### 19- rough-skinned plum:

Parinari excelsa Sabine

بالإضافة إلى إنتاج هذه الشجرة للثمار، فإنها تنتج أخشابًا قابلة للتصنيع، وبذور هذه الشجرة صعبة الإنبات، ولكن يعتقد بأن بالإمكان إكثارها باستخدام العقل الجذرية.

ونعني بالخشب القابل للتصنيع أنه مستقيم وغير ملتوٍ، وغير منحني، وأنه بطول معقول، وأنه لا يتأثر بالعوامل الجوية، ولا يحوى بلورات تثلم أدوات التصنيع، وأنه ليس شديد الصلابة، وليس طريًا جدًا.

نيوكاريا ماكروفيلا - Neocarya macrophylla:

كان هذا النبات يدعى سابقًا باسم بيرينارى ماكروفيلا Parinari macrophylla.

أصناف أخرى شهيرة من هذا النبات:

Parinari benna Scott-Elliot- Parinari campestre Aubl ..

Parinari congensis Didr. - Parinari emirnensis Baker.

Parinari goetzeniana Engl.

## 20- لاندولفيا *Landolphia*:

كانت هذه الشجيرة هي الشجيرة التي يستخرج منها المطاط قبل العام 1900؛ حيث بدأ استخراج المطاط من الشجرة البرازيلية (*Hevea brasiliensis*)، وليس السبب في ذلك أن شجيرة اللاندولفيا أقل غزارة في الإنتاج من الشجرة البرازيلية، لكن السبب يكمن في أنها شجيرة متسلقة، كما أنها تنمو بشكل برى بخلاف شجرة المطاط البرازيلية التي تزرع بشكل نظامي.

وبالإضافة إلى إنتاج المطاط، فإن هذه الشجيرة تنتج ثمارًا صالحةً للأكل، كما هو حال الصنف لاندولفيا هيرسوتا *Landolphia hirsute*.

وتنتج هذه الشجيرة المعتشرة أزهارًا ذات رائحة كرائحة الياسمين، كما أن ثمار هذه الشجيرة قابلة للتخزين، ويمكن أن تحافظ على جودتها لفترة جيدة.

يتم إكثار هذه الشجيرة بواسطة البذور والعقل.

بعض أصناف شجيرات المطاط الإفريقية المفترشة:

*Landolphia florida* Benth. - *Landolphia senegalensis*

*Landolphia capensis* Oliver - *Landolphia kirkii*

*Landolphia heudelotii* - *Landolphia owariensis* Beauv

*Landolphia petersiana* - *Landolphia ugandensis* Stapf

*Landolphia buchananii* Stapf- *Landolphia parvifolia* K.Schum

*Landolphia calabarica* Stapf *Landolphia dulcis*

*Landolphia hirsuta* Beauvois

## 21- إيكاسينا (*Icacina* (*Icacina oliviformis*) - أو اليم الكاذب *false yam*:

العائلة النباتية: *Icacinaceae*.

الاسم العلمي: *Icacina oliviformis* (Poiret) Raynal.

شجيرة صغيرة مقاومة للجفاف، تنتج ثمارًا وبذورًا وقرمات صالحة للأكل، يمكن أن يصل وزن تلك القرمات الأرضية في الشجرة الواحدة إلى خمسين كيلو غرام.

بعد إخراج القرمة الأرضية من التربة، يتم تقطيعها ونقعها في الماء لعدة أيام؛ حتى تفقد صلابتها، وحتى نتخلص من المذاق المر الموجود فيها، وبعد ذلك نقوم بتجفيفها في الشمس وطحنها، فنحصل على دقيق غني بالنشاء.

هذه الشجرة مقاومة للجفاف، ويعتقد بأنها تستطيع البقاء حيةً لأكثر من أربعة أعوام دون أمطار، وذلك بالاعتماد على مخزون درناتها الأرضية الضخمة.

يبلغ ارتفاع هذه الشجيرة مترًا واحدًا، ونادرًا ما تتجاوز هذا الارتفاع، وتدعى هذه الشجيرة بشجيرة اليم الزائف أو اليم الكاذب "false yam"؛ لأن قرماتها الأرضية تشبه قرمات ذلك النبات الشهير، مع أن كثيرًا من علماء النبات يرون بأن نبات الإيكاسينا قد يكون أكثر أهمية في المناطق الجافة من نبات اليم؛ فهو نبات مقاوم للجفاف، كما أن درناته الأرضية تحوى ضعف كمية البروتين الموجودة في البطاطس.

لقد أنتج المهكتار الواحد من هذا النبات في السنغال أكثر من طنين من القرمات الأرضية، وفي غرب إفريقيا أنتج المهكتار الواحد عشرين طنًا في ظروف الزراعة البدائية.

بعض أصناف هذا النبات: *Icacina oliviformis* - *Icacina mannii* - *Icacina claesensi* - *Icacina guessfeldtii*.

## 22- جارسينيا:

*Garcinia livingstonei* الصنف الإفريقي غارسينيا ليفينجستوني.

*Garcinia mangostana* الصنف الآسيوي غارسينيا مانجوستانا.

إن شجيرة الجارسينيا هي شجيرة مثمرة، كما أنها شجيرة رائعة الجمال، وأزهارها ذات رائحة جميلة وقوية؛ لذلك فإنها شجيرة تزيينية من الطراز الأول.

والجارسينيا شجيرة منفصلة الجنس Dioecious، أى أن هنالك أشجارًا تحمل أزهارًا مؤنثة، وأشجارًا تحمل أزهارًا مذكرة، ويمكن تجفيف ثمار هذه الشجيرة وتخزينها بعد ذلك لفترات طويلة.

يتم إكثار هذه الشجيرة بالطرق الخضرية بوسائل الترقيد الهوائى air layering، والتطعيم grafting، ويمكن إكثارها بالبذور كذلك.

ومن الأمور التي تعرف علمياً عن شجيرة الغارسينيا، أن بذورها تتمتع بميزة التكاثر اللاجنسي، بمعنى أن مواصفات الآباء تنتقل عبر البذور جيلاً بعد جيل دون أى تغيير، لكن هنالك أشجاراً أخرى من أشجار الغارسينيا لا يمكن أن تنتج ثماراً وبذوراً ما لم يحدث تزاوج بين الأشجار المؤنثة والأشجار المذكرة، والبذور التي تنتج بهذه الطريقة تدعى بالبذور الجنسية sexual seed.

إن نبات الجارسينيا هو من النباتات المقاومة للجفاف والتصحر، ومن الممكن زراعة هذه الشجيرة كأسيجة حول الحقول والحدائق، وذلك بتقليل المسافات التي تفصل بينها.

ومن المعتقد بأن نسيج sap شجيرة الجارسينيا وخلاصة الأوراق والأزهار، تمتلك خواص مضادة للميكروبات، وبالرغم من أن شجيرة الجارسينيا محبة للدفع، فإنها تستطيع احتمال الصقيع لغاية 7 درجات مئوية تحت الصفر، كما أن هذه الشجيرة مقاومة كذلك للحرائق.

وهنالك نحو 400 صنف من شجيرة الغارسينيا جميعها تقريباً، تنتج ثماراً صالحة للأكل، ومن أشهر أصناف الجارسينيا شجيرة الجارسينيا كولا *Garcinia kola*، وقد دعت هذه الشجيرة بهذا الاسم لأن تركيب ومذاق بذورها مشابه لتركيب ومذاق جوز شجرة الكولا نيتيدا *Cola nitida*، التي تدخل في تركيب مشروبات الكولا الشهيرة.

كما أن أغصان الجارسينيا كولا تستخدم في السواك، وهي تحوى مواد مضادة للبكتيريا، كما يستخدم نبات الجارسينيا كولا في الطب الشعبي الإفريقي كنبات يمنح الطاقة والنشاط والحيوية، ويستخدم كذلك كمضاد تسمم؛ حيث تحوى بذور الجارسينيا كولا مركبات البيفلافونويدز Biflavonoids، وهذه المركبات مضادة للفيروسات والالتهابات، كما أنها مضادة لمرض السكري Antidiabetic، وموسعة للقصبات bronchodilator، ومضادة لتسمم الكبد Antihepatotoxic.

بعض أصناف شجيرة الجارسينيا:

- Garcinia afzelii. تشبه نبات الكولا
- Garcinia buchananii
- Garcinia buchneri
- Garcinia cernua Voahandrantsahona
- Garcinia conrauana
- Garcinia gerrardii Umbini

*Garcinia huillensis*

*Garcinia kingaensis*

*Garcinia ovalifolia*

*Garcinia polyantha*

*Garcinia wentzeliana* Mogola

### 23- فانجويريا (*Vangueria*):

(*Vangueria infausta*)

شجيرة إفريقية مثمرة، تنتج ثمارًا شبيهةً بالتين، وبعض أصناف هذه الشجيرة سريعة النمو، وذات إنتاجية مرتفعة، ويمكن أن تبقى ثمارها على الأشجار صالحةً للأكل لمدة ستة أشهر تقريبًا دون أن تتلف، ومن الممكن تجفيف ثمار هذه الشجيرة تحت أشعة الشمس؛ لاستخدامها لاحقًا بعد نقعها في الماء لمدة 12 ساعة، كما أن بذور هذه الشجيرة صالحة للأكل كذلك، وتستخدم أوراقها لأغراض طبية في علاج الجدجد أو شعيرة العين *Styes*.

إن التطعيم عملية ضرورية جدًا عند زراعة هذه الشجيرة؛ فالنباتات المطعمة على أصناف جيدة أسرع نموًا من النباتات غير المطعمة، كما أنها تحمل كميات من الثمار تساوى أضعاف الكمية التي تحملها الشجار غير المطعمة.

بعض أصناف هذه الشجيرة:

*Vangueria infausta*

*Vangueria infausta*

*Vangueria infausta*

*Vangueria edulis*

*Vangueria acutiloba*

*Vangueria venosa*

*Vangueria madagascariensis*

*Vangueria apiculata* K. Schum

*Vangueriopsis lanciflora*

Vangueria infausta

## 24- الستريكنوس (Strychnos):

يمكن لثمار هذه الشجرة أن تبقى صالحة للأكل لعدة أشهر دون أن تتلف، ودون تبريد؛ لكن هذا الأمر لا ينطبق على الصنف ستريكنوس سبينوزا *Strychnos spinosa* Lam. لقد نجحت زراعة الستريكنوس - بشكل لافت - في فلسطين، وهناك ثلاثة أصناف واعدة من هذه الشجرة، وهى:

*Strychnos cocculoides*, *Strychnos spinosa*, *Strychnos pungen*

ويمكن تخزين ثمار هذه الشجرة لفترات طويلة جداً (باستثناء الصنف ستريكنوس سبينوزا *Strychnos spinosa* Lam)، كما أنها مقاومة للفطريات، ومقاومة لذباب الفاكهة، ويمكن أن ندفن ثمار الستريكنوس لعدة أشهر في التربة دون أن تتلف.

ويجب تجنب تناول بذور شجرة الستريكنوس؛ لأن بذور بعض أصنافها تحوى مركب الستريكنين *Strychnine* السام، لكن هذا المركب السام لا يخرج من البذور إلا عند مضغها؛ أما ابتلاع البذور عن طريق الخطأ، فإنه لا يؤذى؛ لأن الجهاز الهضمي يطرحها كما هى.

وأشهر الأصناف التى تحوى مركب الستريكنين الصنف *Strychnos pungen*، كما تحوى البذور مركباً ساماً آخر، هو مركب البرويزين *brusine*، وتقتضى الأمانة العلمية أن أشير إلى أن قشرة ثمار الستريكنوس تحوى هذين المركبين السامين، لكن تناول هذه الثمار دون البذور ودون القشرة الخارجية، لا يؤدى إلى حدوث أية مشكلات، ومع ذلك فإن الأبحاث تجرى حالياً للتوصل إلى أصناف تخلو ثمارها وبذورها من مركب الستريكنين، أو أن تحوى هذا المركب على شكل أثر، علماً أن تسمية مركب الستريكنين قد أتت من اسم هذه الشجرة.

وهناك مشكلة أخرى، تتعلق بزراعة هذه الشجرة، وهى أن ثمارها لا تنضج بشكل متزامن، أى أنها لا تنضج جميعها فى الوقت ذاته؛ لذلك فإن الأبحاث تجرى للتوصل إلى طريقة نستطيع من خلالها أن نزامن *synchronize* نضج الثمار، بحيث يتم قطاف المحصول دفعةً واحدة.

يتم إكثار هذه الشجرة بواسطة العقل الجذرية، كما يمكن إكثارها بواسطة البذور، ولكن حث البذور على الإنبات يستدعى خدش الغلاف الخارجى للبذرة.

وتنتج الشجرة الواحدة فى الظروف الجيدة أكثر من 200 كيلو جرام سنوياً، وتتجاوب هذه الشجرة بشكل جيد مع أسمدة السوبر فوسفات، كما تتجاوب بشكل جيد مع أسمدة النيتروزول



Nitrosol، كما أن الأشجار المطعمة على أصناف جيدة تكون أسرع نموًا وأغزر إنتاجًا من الأشجار غير المطعمة؛ حيث تبدأ في إنتاج الثمار بعد 3 أعوام من الزراعة، بينما تتطلب الأشجار غير المطعمة ضعف هذه المدة تقريبًا.

## 25- ستريكنوس سبينوزا (*Strychnos spinosa*):

شجيرة شائكة، نجدها في المناطق الجافة في إفريقيا، وهي من النباتات المقاومة للجفاف، ويتطلب نضج ثمارها أشهرًا طويلة، وربما عامًا كاملاً، وتكون ثمار هذه الشجيرة ملتصقة بقوة، ولا يمكن قطافها إلا باستخدام أداة حادة قبل أن تتم نضجها، لكن الثمار تسقط من تلقاء نفسها عندما تنضج.. ويحوى لحاء الشجرة وبذورها وقشور ثمارها مركب الستريكنين السام ذا المذاق المر؛ لذلك ينبغي تجنب تناول تلك الأجزاء.

### بعض أصناف الستريكنوس:

*Strychnos cocculoides*  
*Strychnos spinosa*,  
*Strychnos pungens*  
*Strychnos innocua*  
*Strychnos cocculoides* Baker  
*Strychnos spinosa* Lam  
*Strychnos pungens* Soler  
*Strychnos madagascariensis*  
*Strychnos innocua*  
*Strychnos inno*

## 26- واييكا كيركيانا (*Uapaca kirkiana*):

تنتج هذه الشجرة أخشابًا ذات جودة عالية وألوان جذابة، كما يستخدم خشب هذه الشجرة كبديل عن خشب السنديان Oak، ويستخرج من خشبها فحم ذو جودة عالية.

إن ثمار هذه الشجرة لا تنضج بشكل متزامن مع بعضها البعض؛ لذلك يتم قطافها ومعاملتها بهرمون إنضاج الثمار (الإيثيلين) Ethylene.

وهذه الشجرة حساسة للصقيع، وقد تتمكن هذه الشجرة من العيش في المناطق شبه الجافة، لكنها لا تثمر بشكل جيد إلا في المناطق الرطبة.

وتلاحظ ظاهرة المقاومة في هذه الشجرة، أى أنها تنتج كميات وفيرة من الثمار في عام، ولا تنتج إلا القليل جداً من الثمار في العام التالي، وثمار هذا النبات تصلح للتخزين لفترات طويلة.

من أصناف هذه الشجرة:

*Uapaca kirkiana* - *Uapaca heudelotii* Baillon

*Uapaca nitida* Muell. Arg

*Uapaca guineensis* Muell

*Uapaca lissopyrena*

## 27- ديتاريوم سينيغالينس (*Detarium senegalense*) - *Detarium microcarpum*:

هنالك صنفان من هذا النبات؛ صنف صالح للأكل، وصنف آخر غير صالح للأكل، وثمار هذا النبات صالحة للتخزين لفترات طويلة، وقد أشارت إحدى الدراسات العلمية إلى أن هذه الفاكهة هي أغنى فاكهة معروفة بالفيتامين C على وجه الكرة الأرضية؛ حيث إن كل 100 غرام منها تحوى 1.000 مليغرام من فيتامين C.

وهذا النبات هو نبات بقولى legume، وتجمعه صلة قربي بشجرة التمر هندی، وبالرغم من أن هذه الشجرة هي شجرة بقولية leguminous، إلا أنها لا تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى في التربة؛ لأنها - كما هي حال التمر هندی tamarind والخروب carob وخروب العسل honey locust - تنتمي إلى الفصيلة النباتية Caesalpinioideae، وهي فصيلة نباتية subfamily، تتسم النباتات التي تنتمي إليها بأنها تمتلك القليل من العقد الآزوتية الجذرية، أو أنها لا تمتلك مطلقاً تلك العقد التي تحوى البكتيريا التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى في التربة rhizobial bacteria.

وتنتج هذه الشجرة كميات وفيرة من البذور الصالحة للأكل، كما أنها تقاوم الدرجات المعتدلة من الجفاف، أما خشبها فإنه مرغوب عالمياً وقابل للتصنيع، ويدعى هذا الخشب بالماهوغنى الإفريقى African mahogany، ويمتاز هذا الخشب بوزنه الثقيل، وهو مقاوم للرطوبة والنمل الأبيض، وعند جرح اللحاء فإنه يفرز صمغاً ذا رائحة جميلة، يستخدم كبخور.

## 28- شجرة العنب - لانيا (*Lannea*):

العائلة النباتية: Anacardiaceae.

تنتمي شجرة اللانیا إلى العائلة النباتية Anacardiaceae، وهي العائلة النباتية ذاتها التي تنتمي إليها أشجار المانجو mango والفسق pistachio والكاشو cashew، لكن ثمار هذه

الشجرة شبيهة بجبات العنب، لكن علينا الانتباه إلى أن هذه الشجرة ليست شجرة معترشة كالكرمة.

تنمو شجرة اللانيا في مناطق جافة، كما أنها لا تتأثر كثيرًا بجرائق الغابات، وهنالك صنف من هذه الشجرة ينمو في المناطق الجافة في القرن الإفريقي، ويدعى هذا الصنف لانيا تريفيلا *Lannea triphylla*، ويستخرج من لحاء هذه الشجرة صمغ قابل للأكل، كما يستخرج من لحائها كذلك صباغ أحمر اللون.

يتم إكثار هذه الشجرة بواسطة البذور؛ لأن إكثارها بوسائل الإكثار الخضرى هو أمر بالغ الصعوبة.. وبذور هذه الشجرة بطيئة النمو، كما أنها تنتج أشجارًا مذكرة وأشجارًا مؤنثة وأشجارًا مخنثة *Hermaphrodite*، كما تنتج البذور كذلك أشجارًا ثمارها غير صالحة للأكل؛ لذلك لا يمكن التوسع في زراعة هذه الشجرة ما لم يتم انتخاب أصناف زراعية، وما لم يتم التوصل إلى طريقة ما لإكثارها بشكل خضرى.

## 29- العنب البرى - لانيا إيدوليس (*Lannea edulis*):

ينمو جذع هذه الشجرة تحت سطح التربة بشكل كامل، وتنبعث الأغصان من ذلك الجذع من تحت سطح التربة؛ لذلك فإن هذه الشجرة تنمو بشكل أفقى فوق سطح التربة، وتغطى عشرات الأمتار المربعة.

وجذور هذه الشجرة تتعمق بشكل مدهش في التربة؛ لذلك فإن شجرة العنب البرى تعد من الأشجار المقاومة للتصحر والجفاف.

تظهر ثمار هذه الشجرة على شكل عناقيد، كعناقيد العنب فوق سطح التربة.

أصناف اللانيا *Lannea discolor*:

شجرة متساقطة الأوراق *Deciduous*، يمكن إكثارها بواسطة زراعة الأفرع بسهولة شديدة مع استخدام هرمونات التجذير.

لانيا أسيدا *Lannea acida*:

لكى تنتج هذه الشجرة كميات جيدة من الثمار، يتوجب زراعتها في مناطق لا تقل معدلات الأمطار فيها عن 600 ملمتر سنويًا.

يتم إكثار هذه الشجرة بواسطة البذور، بعد كسر سكونها، وحثها على الإنبات، وذلك بنقعها في الحمض لمدة دقيقتين، ومن ثم نقعها في الماء لمدة 12 ساعة، وهذه الشجرة ثنائية الجنس Dioecious.

*Lannea edulis*

*Lannea discolor*

*Lannea microcarpa*

*Lannea oleosa*

*Lannea grandis.*

*Lannea alata* Engl.

*Lannea fulva* (Engl.) Engl

*Lannea gossweileri*

*Lannea kerstingii* Engl

*Lannea velutina* A.

*Lannea welwitschii* (Hiern)

\*\*\*

## ملحق (6)

## 1- نباتات مقاومة للجفاف

السرخس الحلو: عشبة مقاومة للجفاف، تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى في التربة.  
السماق الحلو *Rhus glabra*: شجيرة سريعة النمو، وذات مقاومة شديدة للجفاف.

اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي
الصنوبر الأصفر	<i>Pinus echinata</i>	بينوس ريجيدا	<i>Pinus rigida</i>
صنوبر كارولينا	<i>Pinus taeda</i>	صنوبر فيرجينيا	<i>Pinus virginiana</i>
فاكسينيوم ستامينيوم	<i>Vaccinium stamineum</i>	شاي نيوجرسي	<i>Ceanothus americanus</i>
السماق	<i>Rhus copallina</i>	آكاسيا كوندستريكتا	<i>Acacia Constrictia</i>
آكاسيا فرنجيانا	<i>Acacia Farnesiana</i>	شجرة السماء	<i>Ailanthus Altissima</i>
شجرة الحرير	<i>Albizia Julibrissih</i>	الأرز	<i>Cedrus Deodara</i>
سيلتيس أكسيدنتاليس	<i>Celtis Australis Celtis Occidentalis</i>	سيلتيس باليدا	<i>Celtis Pallida</i>
سيلتيس ريتيكيولاتا	<i>Celtis Reticulata</i>	سيلتيس سينينسيس	<i>Celtis Sinensis</i>
سيرسيديوم فلوريدوم	<i>Cercidium Floridum</i>	سيرسيديوم ميكروفيلوم	<i>Cercidium Microphyllum</i>
سيرسيديوم بريكاكس	<i>Cercidium Praecox</i>	إيريوباترايا جابونيكيا	<i>Eriobotrya Japonica</i>
يوكاليتوس سينيريا	<i>Eucalyptus Cinerea</i>	يوكاليتوس	<i>Eucalyptus Gunnii</i>

اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي
يوكاليتوس مايكروثيكا	Eucalyptus Microtheca	يوكاليتوس نيكولي	Eucalyptus Nicholii
عرعر كاليفورنيا	Juniperus Californica	عرعر أوستيوسبيرما	Juniperus Osteosperma
كولوتيريا بانيكولاتا	Koeleuteria Paniculata	ماكورا بوميفيرا	Maclura Pomifera
أزداراخت ميليا (آزاديراش)	Melia Azedarach	الزيتون	Olea Europaea
باركينسونيا أكبولاتا	Parkinsonia Aculeata	الصنوبر الحلبي	Pinus Halepensis
بينوس إيدوليس	Pinus Edulis	بينوس إيلديريكا	Pinus Eldarica
صنوبر الصخر الإيطالي	Pinus Pinea	الصنوبر الأسود الياباني	Pinus Thunbergiana
فستق أتلانتिका	Pistacia Atlantica	فستق صيني	Pistacia Chinensis
بوبيولوس فيرمونتي	Populus Fremontii	البلوط المقدس	Quercus Ilex
بلوط الوادي	Quercus Lobata	بلوط فليبي	Quercus Suber
خروب	Robinia Ambigua	الحروب الأسود	Robinia Pseudoacacia
السيكويا العملاقة	Sequoiadendron Giganteum	الزيفون الفضى	Tilia Tomentosa
النبق السيبيري	Ulmus Pumila	آكاسيا محلب القطعة	Acacia Greggii
التوت	Arbutus Unedo	أرز البخور	Calocedrus Decurrens

اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات	اسم النبات بالعربي
Chamaerops Humilis	نخيل البحر المتوسط المروحي	Cercis Occidentalis	سيرسيس أكسيدنتاليس
Cotinus Coggygria	شجرة الدخان	Chilopsis Linearis	الصفصاف الصحراوي
Cupressus Sempervirens	السرو الإيطالي	Cupressus Glabra	سرو أريزونا الناعم
Eucalyptus Pulverulenta	صمغ الجبال الفضي	Elaeagnus Angustifolia	الزيتون الروسي
Fremontodendron Californicum	هفهاف كاليفورنيا	Fraxinus Velutina	دردار الأريزونا
Heteromeles Arbutifolia	الطيون	Gleditsia Trianthos Honey	خروب العسل
Morus Alba	التوت الأبيض	Lagerstroemia Indica	لاجيرستروميا هندية
Photinia Fraseri	فوتينيا فرازري	Phoenix Dactylifera	نخيل التمر
Platanus Acerifolia	بلانتانوس أسيريفيليا	Platanus Racemosa	جميز كاليفورنيا
Prunus Caroliniana	برقوق كارولينا	Prosopis Glandulosa	شجرة المسكيت
Quercus Palustris	البلوط المسماري	Prunus Cerasifera	برونوس سيراسيفيرا
Sophora Secundiflora	غار تكساس الجبلي	Sambucus Caerulea	الحمان، البلسان
Arizona Rosewood	خشب الورد الأريزوني	Trachycarpus Fortumei	نخلة طاحونة الهواء

اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي
شجرة العفة	Viteyagnus	نخيل تكساس المروحي	Washingtonia Filifera
نخيل المكسيك المروحي	Washingtonia Robusta	يوكا بريفيغوليا	Yucca Brevifolia
زيلكوبا	Zelkova Serrata	زيزيفوس جوجوبا	Zizyphus Jujuba
أبيليا جرانيفلورا	Abelia Grandiflora	آكاسيا كوندريكتا	Acacia Constricta
الآكاسيا الحلوة	Acacia Farnesiana	آليسوم	Alyssum Species
القطلب	Arbutus Unedo	الألفية	Archillea Species
آرميريا	Armeria Species	أرطماسيا	Artemisia Species
شجيرة الملح	Atriplex Canescens	أتريليكس لينتيفورميس	Atriplex Lentiformis
شجيرة القيوط	Baccharis Pilularis	مقشة الصحراء	Baccharis Sarothroides
البرباريس الياباني	Berberis Thunbergii	بيوكسوس مايكروفيلا	Buxus Microphylla
طير الجنة	Caesalpinia Gilliesii	منفضة الجن	Calliandra Eriophylla
البازلأ السيبيرية	Caragana Arborescens	سيرسيس أكسيدنتاليس	Cercis Occidentalis
الماهوغي الجبلي	Cercocarpus Species	كورتاديريا	Cortaderia Selloana
الكونتينيستر الصخري	Cotoneaster Horizontalis	كونتينستر لاكتيوس	Cotoneaster Lacteus
السرو	Cupressocyparis Leylandii	برج الجواهر	Echium Wildpretii



اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي
إيليجنوس بانجينس	Elaeagnus Pungens	زهرة الكبريت	Eriogonum Umbellatum
خشخاش كاليفورنيا	Eschscholzia Californica	يونيوموس	Euonymus Fortunei
يونيوموس أوربي	Euonymus Europaea	يونيوموس ياباني دائم الخضرة	Euonymus Japonica
يونيوموس	Euonymus Kiautschovica	ريشة الآباتشي	Fallugia Paradoxa
صباريات برميلية	Ferocactus Acanthodes	صبار سنارة الصيد	Ferocactus Wislizenii
أوكوتيلو	Fouquieria Splendens	قطرات الثلج	Gaillardia Species
نبات المكينة	Genista Fragrans	المكينة الإسبانية	Genista Hispanica
جينيسا بيلوزا	Genista Pilosa	المكينة الذهبية	Genista Sagittalis
هيميروكاليس	Hemerocallis Species	اليوكا الحمراء	Hesperaloe Parriflora
طيون	Heteromeles Arbutifolia	وردة شارون	Hibiscus Syriacus
هايبيريكوم كاليسينوم	Hypericum Calycinum	إيليكس كورنوتا	Ilex Cornuta
إيليكس فوميتوريا	Ilex Vomitoria	السوسن	Iris Species

اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعلمي
الععر	Juniperus Species	لاجيستروميا هندية	Lagerstroemia Indica
الكريوزوت	Larrea Tridentata	لافيندولا أنجوستيفوليا	Lavandula Angustifolia
خزامى حسكية	Lavandula Latifolia	خزامى إسبانية	Lavandula Stoechas
ليوكوفيلوما فروتيسينس	Leucophyllum Frutescens	ليجوستروم باباني	Ligustrum Japonicum
ماهونيا أكويفوليوم	Mahonia Aquifolium	الآس الحقيقي	Myrtus Communis
القصب السماوي	Nandina Domestica	الدفل	Nerium Oleander
زهرة الربيع	Oenothera Species	أبادشا	Opuntia Bigelovii
بينيسيتوم ساتاسيوم	Pennisetum Setaceum	لسان الدب	Penstemon Antirrhinoides
بينستيمون بارباتوس	Penstemon Barbatus	بينستيمون جداري	Penstemon Gloxinoides
بينستيمون هيتروفيلوس	Penstemon Heterophyllus	بينستيمون بينيفوليوس	Penstemon Pinifolius
كتان نيوزيلاندا	Phormium Species	فوتينيا	Photinia Fraseri
فوتينيا صينية	Photinia Serrulata	صنوبر البينون	Pinus Edulis
بيتوسبوروم توبرا	Pittosporum Tobira	المسكيت	Prosopis Glandulosa
الرمان	Punica Granatum	شوك النار	Pyracantha Species
النبق	Rhamnus Alaternus	نبق كاليفورنيا	Rhamnus Californica
السماق السكري	Rhus Ovata	روزا روجوسا	Rosa Rugosa

اسم النبات بالعربي	اسم النبات	اسم النبات بالعربي	اسم النبات
إكليل الجبل (روزماري)	Rosmarinus Officinalis	الناعمة	Salvia Species
الشيخ	Santolina Chamaecyparissus	سانتولينا فايرينس	Santolina Virens
سيدوم	Sedum Species	جوجوبا	Simmondsia Chinensis
الوزال، الرتم	Spartium Junceum	الليلك	Syringa Vulgaris
تاماريكس إفريقي	Tamarix Africana	أرز الملح	Tamarix Chinensis
تاماريكس باريفلورا	Tamarix Parviflora	توكريوم فروتيكانس	Teucrium Fruticans
توكريوم	Teucrium Species	رعي الحمام	Verbena Species
زايلوزما كونجيسيوم	Xylosma Congestum	الحربة الإسبانية	Yucca Aloifolia
يوكا	Yucca Schidigera	شمعة السماء	Yucca Whipplei
2- نباتات عشبية مقاومة للجفاف			
شجيرة القيوط	Baccharis Pilularis	ثلج الصيف	Cerastium Tomentosum
كوتونيستار	Cotoneaster Species	داليا، الأضاليا	Dahlia Greggii
يوانيموس	Euonymus Fortune	الفتسوقة	Festuca Ovina
غازانيا	Gazania Species	هايريكوم كيليسينوم	Hypericum Calycinum
العرعر الشاطئ	Juniperus Conferta	أونانثيرا بيرلانديري	Oenothera Berlandieri

اسم النبات بالعربي	اسم النبات	اسم النبات بالعربي	اسم النبات
فيلا نوديفلورا	Phyla Nodiflora	الفينكا، العناقية	Vinca Major
العناقية	Vinca Minor	أمارلس بلادونا	Amaryllis Belladonna
أناسيكلوس ديبريسوس	Anacyclus Depressus	أركيل	Archillea Species
قرنفل البحر	Armeria Maritima	باكريس بيلولريس	Baccharis Pilularis
بابتيسيا أسترالية	Baptisia Australis	كاليندولا	Calendula Officinalis
زهرة العنكبوت	Cleome Spinosa	كوريابسيس جرانديفلورا	Coreopsis Grandiflora
كوريابسيس لانسيولاتا	Coreopsis Lanceolata	كوريابسيس تينكتوريا	Coreopsis Tinctoria
كورتاديريا	Cortaderia Selloana	الشبرم	Duphorbia Reneta
زهرة الكبريت	Eurogonum Umbellatum	الفريون	Euphorbia Characias
جيلارديا	Gaillardia Species	هيبوكرييس كوموسا	Hippocrepis Comosa
سوسن دوجلاسيانا	Iris Douglasiana	لانتانا	Leonotis Leonurus
ذيل الأسد	Linum Species	الترجس	Narcissus Species
الترجس الأصفر	Oenothera Berlandieri	حشيشة الكلب الكاذبة	Pennisetum Setaceum
بوليجانوم	Polygonum Cuspidatam	بورتولاكا جرانديفلورا	Portulaca Grandiflora
سيدوم إكر	Sedum Acre	سيدوم ألبوم	Sedum Album
ثايموس، الصعتر	Thymus Vulgaris	تيثونيا روتانديفوليا	Tithonia Rotundifolia

اسم النبات بالعربي	اسم النبات بالعربي	اسم النبات	اسم النبات بالعربي
Verbena Rigida	فيرينا ريجيدا	Verbena Peruviana	فيرينا بيروفيانا
3- مروج خضراء مقاومة للجفاف			
Festuca Elatior	فيستوكا	Cynodon Dactylon	عشبة برمودا
4- نباتات معترشة مقاومة للجفاف			
Doxantha	مخلب القط	Campsis Radicans	كامبسيس راديكانس
Hedera Helix	اللبلاب الإنجليزي	Gelsemium Sempervirens	جيلسيميوم ساميرفايرنس
Lonicera Japonica	لونيسيرا يابانية	Jasminum Mesnyi	ياسمين بريمورس
Parthenocissus Quinquefolia	بارثانيسيسوس كوينكوفوليا	Macfadyena	ماكفاديننا
		Parthenocissus Tricuspidata	لبلاب بوسطن

شجرة السيكونيا: قد تكون واحدة من أضخم أنواع الأشجار، وبعض تلك الأشجار تعتبر من أكبر الكائنات الحية سنًا التي مازالت على قيد الحياة.

الآباتشي: قبيلة من الهنود الحمر، تستوطن نيومكسيكو والأريزونا، وتعني كلمة آباتشي (العدو).

الأصاليا: نبات مكسيكي الأصل، ذو جذور درنية.

## ملحق (7)

**طريقة مبتكرة لزراعة المروج الخضراء في المناطق شبه الجافة**

تستخدم المروج الخضراء لأغراض تزيينية في الحدائق وفي المدن السياحية، لكن زراعة تلك المروج مكلفة للغاية؛ فهي تتطلب إضافة الكومبوست (الدبال) للتربة بكميات وفيرة، كما تتطلب شراء بذور مرتفعة الثمن، والأهم من ذلك كله أن زراعة المروج الخضراء تتطلب ضخ مئات وربما آلاف الأمتار المكعبة بشكل يومي من المياه الجوفية. وفي الحقيقة، فإن إقبال المستثمرين على زراعة تلك المروج لا ينبع من حبهم للطبيعة والاختصار، بقدر ما ينبع من معرفتهم بمدى جاذبية تلك المروج للمشتريين، ولو كان ذلك على حساب المياه الجوفية التي سيؤدي نضوبها إلى تحويل تلك الشاليهات والمدن السياحية إلى خرائب مقفرة.

تقوم طريقتنا في علاج هذه المشكلة على استخدام نوى البلح (التمر) ونوى النخيل المروجي في تشكيل المروج الخضراء، وذلك بزراعة بذور هذين النباتين بشكل مكثف في التربة؛ حيث يمتاز هذين النباتين بمظهر عشبي نضر على مدار العام كما أنهما يستهلكان قدرًا ضئيلاً من الماء لا يقارن بالمقدار الذي تستهلكه المروج الخضراء، وكذلك فإنهما لا يحتاجان لتجهيز التربة.

\* \* \*

## ملحق (8)

## العلاقة بين مستوى تركيز الأملاح في وسط ما وبين وحدات القياس

هذا السؤال ينقلنا إلى الحديث عن وحدات قياس تراكيز الأملاح في السوائل، أو ما يدعى TDS، أى (مجمّل المركبات الصلبة الذائبة) total dissolved solids؛ حيث يشمل هذا المفهوم وحدات قياس مثل الـ ppm، أى جزء في المليون part per million، ونعنى بها عدد جزيئات الملح الذائبة في مليون جزء من الماء.

والـ ppt أى جزء في الألف part per thousand، ونعنى بها عدد جزيئات الملح الذائبة في ألف جزء من الماء، والاختلاف بين السيمنس وبين وحدات قياس مثل ppt، هو أن السيمنس هو وحدة قياس كهربائية (فيزيائية)، أما ppt و ppm فهى وحدات قياس كيميائية، لكن هنالك علاقة حقيقية بين وحدات القياس هذه؛ فكلما ازداد مقدار إحداهما ازداد مقدار الأخرى حتمًا؛ على اعتبار أن إحداهما تمثل مقدار الموصلية الكهربائية، والثانية تمثل نسبة الأملاح الذائبة، إذًا ما هى العلاقة بينهما؟

أن كل dS/m1 يساوى ما بين 500 ppm و 800 ppm، وذلك تبعًا لنوعية الأملاح الذائبة .. وسنتحدث لاحقًا بشيء من التفصيل عن كيفية التحويل بين وحدات القياس هذه .. لكن هنالك عامل لابد من أن أذكره هنا، وهو أن الموصلية الكهربائية تزداد بازدياد درجة حرارة الوسط (وفق حدود معينة)؛ لذلك فإننا إذا قمنا بتحليل مياه بئر أو نبع ماء ما في فصل الشتاء بقصد تحديد درجة ملوحته، فإننا سنحصل على قيم تختلف عن القيم التى سنحصل عليها لو قمنا بتحليل العينة ذاتها في فصل الصيف؛ لذلك فإن هيئات القياس الدولية قد أخذت هذه الظاهرة بعين الاعتبار، واتفقت على اعتماد درجة حرارة قياسية عند تحليل العينات، وهى 25 درجة مئوية.

وثمة عامل آخر يؤثر على دقة قياس الموصلية الكهربائية، وهو أن موصلية الأملاح المختلفة للتيار الكهربائي ليست سواءً؛ فموصلية كبريتات الأمونيوم Ammonium sulphate للتيار الكهربائي تبلغ ضعف موصلية نترات الكالسيوم calcium nitrate، كما أن موصلية كبريتات الماغنسيوم، تبلغ ثلث موصلية كبريتات الأمونيوم.

ويمكننا عند معرفة قيمة الموصلية الكهربائية لعينة ماء، أن نعرف مقدار الأملاح المنحلة في تلك العينة ولو بشكلٍ تقريبي - بسبب تباين موصلية الأملاح المختلفة - كما أن بإمكاننا معرفة قيمة الموصلية الكهربائية لعينة ماء، من خلال معرفة نسبة الأملاح المنحلة في هذه العينة، وذلك وفق معادلة بسيطة، تعتمد على عامل تحويل conversion factor، يمثل العلاقة بين وحدة قياس الموصلية الكهربائية، وبين مقدار الأملاح المنحلة، وعامل التحويل هذا لا يمثل رقمًا ثابتًا؛ حيث يتراوح مقدار عامل التحويل هذا بين 500 و1000؛ وهذا الأمر يعود كذلك إلى تباين موصلية الأملاح المختلفة للتيار الكهربائي، وفي ولاية فلوريدا الأمريكية مثلاً يعتمد عامل تحويل مقداره 700، وكما نعلم فإن تركيز الأملاح في عينة معينة يحسب كالآتي:

عامل التحويل (700 مثلاً) × الموصلية الكهربائية (سيمينس) = تركيز الأملاح في العينة.

فإذا أردنا معرفة تركيز الأملاح في عينة مأخوذة من بئر في ولاية فلوريدا وكانت الموصلية الكهربائية لتلك العينة تساوي 3 ds/m، فإننا نحسب تركيز الأملاح كالتالي:

عامل التحويل (700) × الموصلية الكهربائية للعينة (وهي هنا 3 ds/m) = 3 × 700 = 2100 ppm، هي نسبة الأملاح المنحلة في هذه العينة (بشكلٍ تقريبي).

والآن إذا عرفنا مقدار الأملاح المنحلة في عينة ماء، فكيف نحدد موصليتها الكهربائية؟

لنفترض أن مقدار الأملاح في عينة ما يساوي 3000 ppm، وكان عامل التحويل يساوي 500، وكما نعلم فإن مقدار الأملاح المنحلة في عينة ما تساوي معامل التحويل مضروباً في قيمة الموصلية الكهربائية، وهذا يعني أن قيمة الموصلية الكهربائية تساوي مقدار الأملاح المنحلة مقسوماً على عامل التحويل:

$$3000 \div 500 = 6 \text{ ds/m تقريباً.}$$

إذا كانت الموصلية الكهربائية لعينة ما تساوي  $EC=2 \text{ ds/m}$ ، وكان معامل التحويل 700 (حسب ولاية فلوريدا)، فما هي كمية الأملاح المنحلة في تلك العينة؟

كمية الأملاح المنحلة = عامل التحويل (700) × قيمة الموصلية الكهربائية (2 ds/m)

$$700 \times 2 = 1400 \text{ ppm.}$$

1400 جزء من الملح في كل مليون جزء من الماء.

وبعض المراجع العلمية تربط قيمة عامل التحويل بدرجة الموصلية الكهربائية، ووفقاً لتلك المراجع فإن قيمة عامل التحويل تكون (640) إذا كانت الموصلية الكهربائية أقل من 5 ds/m



.. وتكون قيمة عامل التحويل (800) إذا كانت الموصلية الكهربائية أعلى من  $5 \text{ dS/m}$  .. فإذا كانت لدينا عينة مياه درجة موصليتها الكهربائية أقل من  $5 \text{ dS/m}$ ، ولنقل  $2 \text{ dS/m}$  مثلاً، فإننا نحسب تركيز الأملاح في هذه العينة كالتالي:

$$\text{الموصلية الكهربائية } 2 \text{ dS/m} \times 640 = \text{ (وهي قيمة عامل التحويل) } 1280 \text{ ppm.}$$

1280 جزء من الملح في كل مليون جزء من الماء تقريباً.

وإذا كانت لدينا عينة مياه درجة موصليتها الكهربائية أعلى من  $5 \text{ dS/m}$ ، ولتكن  $6 \text{ dS/m}$  مثلاً، فإننا نحسبها كالتالي:

$$\text{الموصلية الكهربائية } 6 \text{ dS/m} \times 800 = \text{ (قيمة عامل التحويل) } 4800 \text{ ppm.}$$

4800 جزء من الملح في كل مليون جزء من الماء تقريباً.

معلومات عامة:

\* الموصلية الكهربائية لمياه المطر هي بحدود  $0.01 \text{ dS/m}$ .

\* الموصلية الكهربائية لمياه البحار هي بحدود  $50 \text{ dS/m}$ .

\* ما ورد هنا عن الموصلية الكهربائية لماء المطر ومياه الشرب وماء البحر هي أرقام تقريبية.

\* العناصر الكبرى - كالسيوم والنيتروجين والصوديوم - توجد في التربة بتركيز ppt، أى عدة أجزاء من هذه الأملاح في كل ألف جزء من التربة، أما العناصر الصغرى فتوجد بتركيز ppm، أى عدة أجزاء من هذه العناصر في كل مليون جزء من التربة، وهذا يعنى أن تركيز أى عنصر من العناصر الكبرى، هو أكثر بآلاف المرات من تركيز أى عنصر من العناصر الصغرى.

\*\*\*

## ملحق (9)

## كيف نزيد غلة المحاصيل من 36 - 60 %؟

حيث إن إنتاج إنزيم يسرع من تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى سكر يمثل خطوة مهمة في الطريق إلى زيادة غلة المحاصيل من 36 - 60 %، نجح باحثون من جامعة كورنيل ومركز روثامستيد للأبحاث بالملكة المتحدة في زرع جينات من أحد أنواع البكتيريا، تسمى البكتيريا الزرقاء، في نباتات التبغ، تسمح هذه الجينات للنباتات بإنتاج إنزيم أكثر كفاءة في تحويل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو إلى السكريات، وغيرها من الكربوهيدرات..

وقد عكف الباحثون وقتًا طويلاً على محاولة تحويل بعض النباتات ثلاثية الكربون - بما فيها القمح والأرز والبطاطس - إلى نباتات رباعية الكربون. ومؤخرًا تلقى هذا النهج دفعة؛ بفعل تكنولوجيا مبتكرة عالية الدقة؛ لتعديل الجينات، تُطبق حاليًا على مشروع الأرز رباعي الكربون .. إلا أن باحثي جامعة كورنيل ومركز روثامستيد للأبحاث، اتبعوا نهجًا أكثر بساطة؛ فعوضًا عن محاولة تحويل أحد النباتات ثلاثية الكربون إلى نبات رباعي الكربون، عن طريق تغيير تكوينه التشريحي، وإضافة أنواع وتراكيب خلوية جديدة - عدّل الباحثون مكونات الخلايا القائمة.

وعوضًا عن محاكاة النباتات رباعية الكربون، استعار الباحثون آلية تمثيل ضوئي ثلاثية الأجزاء من البكتيريا الزرقاء، تتكون من ثلاثة خطوات:

أولاً: تكوّن البروتينات حجرة خاصة داخل الخلية النباتية، تركز ثاني أكسيد الكربون.

ثانيًا: تحتوي هذه الحجرة على إنزيم سريع لتحويل ثاني أكسيد الكربون.

ثالثًا: تستخدم الخلايا مضخات خاصة في أغشيتها؛ لتوجيه ثاني أكسيد الكربون إلى الخلايا.

وقد نجح الباحثون في تنفيذ الخطوة الأولى، باستخدام الهندسة الوراثية، ويتولى البحث الجديد الجزء الثاني من الآلية، المتمثل في الإنزيم السريع. كما أنهم يتعاونون مع باحثين آخرين لإنجاز الجزء الثالث، المتمثل في المضخات. وفي النهاية سيحتاج الباحثون إلى وضع الأجزاء الثلاثة معًا في النباتات نفسها.

وتقول مورين هانسن - أستاذ الأحياء الجزيئية وعلم الوراثة في جامعة كورنيل - إن التطورات لن تظهر على المحاصيل الغذائية المزروعة لأغراض تجارية قبل خمس أو عشر سنوات

على الأقل؛ فهو لن يكون أمرًا بسيطًا يتمثل في زرع جين أو جينين، وإنما سيتطلب نقل ما بين ١٠ إلى ١٥ جينًا، مع التأكد من استقرار تلك الجينات.

من المحتمل أن يقتصر هذا النهج في البداية على بضعة نباتات، يجيد الباحثون تعديلها وراثيًا، مثل البطاطس والطماطم والباذنجان والفلفل، إلا أن برايس يقول إن ثمة وسائل ذات صلة بعلم الوراثة، يمكنها أن تتيح سريعًا تطبيق النهج المذكور على نطاق أوسع من المحاصيل. وبنجاح هذا البحث باكتمال الخطوة الثالثة، يمكن زيادة غلة المحاصيل، بمعدل يتراوح ما بين ٣٦ إلى ٦٠ ٪ لكثير من النباتات. ونظرًا لأن طريقة التمثيل الضوئي الجديدة هذه أكثر كفاءة من الطريقة الطبيعية، فمن الممكن أن تؤدي أيضًا إلى خفض كميّتي السماد والماء اللازمتين لزراعة المحاصيل الغذائية.



(نبات التبغ)

#### • نباتات رباعية الكربون:

هي نباتات ذات خصائص غذائية فائقة المحصول ووفرة الإنتاج ومهندسة وراثيًا؛ لزيادة كفاءة البناء الضوئي بها. وترجع هذه التسمية إلى مسار دورة البناء الضوئي، وطريقة تثبيت ثاني أكسيد الكربون في أوراق النبات؛ حيث تختلف طريقة التثبيت بحسب تركيب الورقة والمناخ

الذى ينمو فى النبات، وهناك ثلاثة أنواع من النباتات، تختلف عن بعضها البعض فى طريقة تثبيت ثانى أكسيد الكربون، نذكر منها ما يلى:

#### 1- نباتات ثلاثية الكربون (C3- Plants):

تشمل ما يزيد عن 95% من أنواع النباتات على الأرض .. ومن أمثلة هذه النباتات الأرز، والقمح، وفول الصويا، والشعير، والبرسيم، والبنجر، والبطاطس، التى تعتبر من المحاصيل الزراعية المهمة. ويتم تثبيت ثانى أكسيد الكربون فى هذه النباتات طبقاً لدورة كالفن فى خلايا النسيج المتوسط لأوراق النبات، وينتج جزيئين من مركب فوسفات حامض الجلوسرين، وهو المركب الأول الناتج بعد تثبيت ثانى أكسيد الكربون، والذى يتكون من ثلاث ذرات كربون؛ ولذلك سميت هذه النباتات بالنباتات ثلاثية الكربون.

#### 2- نباتات رباعية الكربون (C4- Plants):

من أمثلة هذه النباتات قصب السكر، والذرة البيضاء والصفراء .. يختلف تركيب الورقة فيها عن النباتات الثلاثية، وفيها يتم تثبيت ثانى أكسيد الكربون فى الخلايا المتوسطة. ويكون أول المركبات الناتجة هو حامض الأكسالوخليل، وهو مركب يتكون من أربع ذرات كربون؛ لذا سميت نباتات رباعية الكربون، وهذه تمثل أقل من 1% من أنواع النباتات الأرضية.

3- تدعى بعض نباتات ك4 بنباتات (سى 0 إيه 0 إم)، وهذه النباتات تفصل بين حلقتى ك4 وك3 فى الزمان، وليس فى المكان CAM. وقد تم تحديد أكثر من 100 نوع من النباتات الرباعية الكربون، ومعظمها من النباتات الاستوائية. ومن الأمثلة لهذه النباتات الذرة وقصب السكر والذرة الرفيعة وحشائش برمودا، والعديد من النباتات الصحراوية.

وعادة تحتاج النباتات رباعية الكربون لعدد 30 جزيء من مركب الطاقة أدينوسين ثلاثى الفوسفات (ATP)، وعدد 24 جزيء ماء؛ وذلك لتكوين جزيء الجلوكوز .. بينما النباتات ثلاثية الكربون تحتاج فقط إلى 18 (ATP)، وعدد 12 جزيء من الماء. لتكوين

تمتاز النباتات رباعية الكربون عن ثلاثية الكربون بما يلى:

1- يمكنها إنتاج المزيد من الجلوكوز.

2- نموها بشكل أسرع؛ لزيادة مساحة سطح أوراقها.

3- يمكنها أن تستمر فى عملية البناء الضوئى فى الضوء الشديد، مع ارتفاع أو انخفاض تركيزات غاز ثانى أكسيد الكربون.

4- أكثر كفاءة في استخدام الماء؛ لأن إنزيم PEP Carboxylase يأخذ ثنائي أكسيد الكربون بشكل أسرع، ولا توجد ضرورة لبقاء الشغور مفتوحة (بالتالي فقد الماء يكون أقل عن طريق النتج) بالنسبة للكمية نفسها من ثنائي أكسيد الكربون المستخدمة في التمثيل الضوئي. وبذلك تمكن علماء البيولوجيا من إنتاج القمح الرباعي بدلاً من القمح ثلاثي الكربون، وغير ذلك من المزروعات، مثل:

بقول وحبوب تحتوي على نسبة عالية من البروتين، ونظراً لافتقار البروتين النباتي لبعض الأحماض الأمينية المهمة مثل الليسين والتربتوفان، كما في الحبوب، والذي يعد السبب الرئيس لسوء التغذية في بلاد العالم الثالث؛ لذلك سعى مهندسو الوراثة إلى إنتاج نباتات تتوفر بها تلك الأحماض الأمينية المهمة، مثل:

- 1- حبوب بُن خالية من الكافيين.
- 2- بطاطس تمتص كمية قليلة من الزيت عند القلي؛ لاستخدامها في التخسيس.
- 3- طماطم تساعد على خفض نسبة الكوليسترول في الدم.
- 4- طماطم بها صبغات ملونة، مثل الأنثوسيانين بكمية كبيرة؛ لرفع تركيز الصبغة في الثمار؛ لكي تتمكن ربة المنزل من استخدام عدد أقل من الثمار.
- 5- ثمار أجود، وتقاوم التلف، وتطيل من عمر الثمرة.

\*\*\*

## المراجع

### أولاً: مراجع باللغة العربية:

1. الأسس البيئية لرى المحاصيل في المناطق المدارية، مع اعتبار خاص لمنطقة الشرق الوسط (مترجم للعربية)، تأليف كي كريب (1963).
2. إصلاح الأراضي فنيا وإقتصاديا . أ. د. يحيى محمود مصطفى (1969).
3. استزراع الأراضي، أ. د. مصطفى على مرسى (1969).
4. استصلاح وتحسين الأراضي، أ. د. عبد المنعم بليغ (1976).
5. استصلاح وتحسين الأراضي المتأثرة بالأملاح، أ. د. عبد المنعم بليغ (1979).
6. الجبوري، وكاع فرحان، وفهر غالب حياقي (1985): الخواص الكهربائية والمغناطيسية للمواد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، العراق.
7. طرق رى الأراضي الصحراوية، أ. د. إبراهيم محمد حبيب (1992).
8. استصلاح وتحسين الأراضي، أ. د. إبراهيم محمد حبيب (1993).
9. صيانة الأراضي، أ. د. محمد عصام الدين شوقي، أ. د. صلاح الدين بكر الأمير (1994).
10. شكرى، حسين محمود، 1994: نوعية مياه نهر صدام وصلاحيته للزراعة، رسالة ماجستير في علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
11. عبد، مهدي عبد كاظم، 1995: دراسة نوعية مياه نهر صدام وإمكانية استخدامها في الزراعة، أطروحة دكتوراه في علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
12. عبد الحافظ، عبد الوهاب محمد، محمد الصاوي مبارك (1996): الميكروبيولوجيا التطبيقية، المكتبة الأكاديمية، الدقي، القاهرة، مصر.
13. واصف، رأفت كامل، 1996: القوى والطاقة المغناطيسية، جريدة الخليج، العدد 12، كلية العلوم، جامعة القاهرة.

14. حسن، أحمد عبد المنعم (1997): أساسيات وفسولوجيا الخضر، المكتبة الأكاديمية، القاهرة.
15. الحديثي، عصام محمد، 1997: نمذجة استخدام المياه المالحة في الري، أطروحة دكتوراه، هندسة الري والبزل، كلية الهندسة، جامعة بغداد.
16. حسين علوان: إدارة الموارد المائية في مصر بين الماضي والحاضر والمستقبل، الإدارة المركزية لتوزيع المياه، وزارة الأشغال العامة والموارد المائية، مارس 1998م.
17. محمد نصر علام: لا لتسعير المياه .. ونعم للخصخصة، مجلة الأموال، المملكة العربية السعودية، أكتوبر 1999م.
18. الشيمي، حسن (1999): تقسيم صلاحية المياه للري وإدارة الملوحة، نشرة إرشادية، مركز تنمية الصحراء، الجامعة الأمريكية بالقاهرة.
19. محمود أبو زيد: المياه العربية وأهمية تجربة توشكي في مصر، مؤتمر الأمن المائي العربي، مركز الدراسات العربي الأوربي، القاهرة، فبراير 2000م.
20. فالح، عدنان شبار (2000): تأثير إدارة الري باستخدام المياه المالحة في خصائص التربة وحاصل الذرة الصفراء، رسالة ماجستير في علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
21. محمد نصر الدين علام: المياه والأراضي الزراعية في مصر - الماضي والحاضر والمستقبل، منتدى العالم الثالث (مصر 2020)، القاهرة، 2001.
22. القيسي، شفيق جلاب والجميل، عبود محمد (2001): تقليل تأثير ملوحة ماء الري باستخدام نظام ري ثنائي مقترح، 2- تقييم الجدوى الاقتصادية لهذا النظام، المجلة العراقية لعلوم التربة، المجلد 1، العدد 1.
23. راين، جون و جورج إسطفان (2003): تحليل التربة والنبات، دليل مختبري إيكاردا الشكلي.
24. عبد العزيز، أحمد محمد (2003): أثر الماء المغنط على امتصاص نبات الرحيلة للحديد، رسالة ماجستير، الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان.

25. الأستاذ الدكتور/ ممدوح فتحى عبد الصبور، مركز البحوث النووية، هيئة الطاقة الذرية المصرية.
26. استخدام مياه البحر في الزراعة وإنتاج النباتات المحبة للملوحة، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد الخامس والعشرون (يوليو ٢٠٠٣).
27. القيسى، غازى ياسين (2004): الكهرباء والمغناطيسية، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة، الطبعة الأولى، عمان، الأردن.
28. النجم، فياض عبد اللطيف، وزكية قاسم محمد، وضياء عبد على تويج (2004): الفيزياء، وزارة التربية، العراق.
29. ماكلين، سميث (2005): المياه المغنطة (<http://www.ansto.gov.au>).
30. المفلح، هيام (2005)، مجلة الرياض الإلكترونية، العدد 13432.
31. تكاتشينكو، يورى (2005): أسرار الطاقة المغناطيسية، ركن التكنولوجيا المغناطيسية، مجموعة من المقالات عن التكنولوجيا المغناطيسية، نشرت في المجلات المحلية، دبي، الإمارات.
32. حسن، قتيبة محمد وعلى عبد فهد وعدنان شبار فالح وطارق لفته رشيد (2005): التكيف المغناطيسى لخواص المياه المالحة لأغراض رى المحاصيل، 1- زهرة الشمس، مجلة العلوم الزراعية العراقية، 36 (1).
33. فهد، على عبد وقتيبة محمد حسن وعدنان شبار فالح وطارق لفته رشيد (2005): التكيف المغناطيسى لخواص المياه المالحة لأغراض رى المحاصيل، 2- الذرة الصفراء والحنطة، مجلة العلوم الزراعية العراقية، 36 (1).
34. هلال مصطفى حسن (2005): المغناطيسية (تطورها - تقنياتها)، والاستفادة بها في مجالات الزراعة والرى والبيئة، ركن التكنولوجيا المغناطيسية، مجموعة من المقالات عن التكنولوجيا المغناطيسية، نشرت في المجلات المحلية، دبي، الإمارات.
35. المعاضيدى، على فاروق قاسم (2006): تأثير التقنية المغناطيسية في بعض نباتات الزينة، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.



36. الجبوري، انتصار رزاق (2006): تأثير الرش بالسماذ السائل Agrotonic، ونوع الماء، وموعد الزراعة في النمو الخضري والزهرى، وإنتاج بعض الصبغات الكاروتينويدية لنبات الجعفرى *Tagestes erecta L*، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
37. الجودرى، حياوى عطية (2006): أثر التكيف المغناطيسى لمياه الري والسماذ البوتاسى في بعض الصفات الكيماوية للتربة، ونمو حاصل الذرة الصفراء، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية الزراعة، قسم علوم التربة والموارد المائية.
38. السنجاري، زياد أيوب (2007): تأثير الماء المغنط في تناسق الإرواء لمنظومة الري بالرش الثابتة، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل.
39. النجار، ظافر (2007): الماء المغنط، موقع واحة القطيف ([www.ariafaq.net](http://www.ariafaq.net)).
40. حسن (2008): المياه المغنطة، منتدى الفيزياء الإلكتروني.
41. شركة المياه المغنطة (2008): تطبيقات التقنية المغناطيسية.
42. أمين، سامى كريم محمد وكريمة عبد عيدان الفتلاوى (2008): تأثير رش البورون والسقى بالماء المغنط في صفات النمو الزهرى والجذور الدرنية لنبات الداليا *Dahlia variabilis* والراننكيل *Ranunculus asiaticus*، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية الزراعة.
43. النقيب، موفق عبد الرزاق وانتصار هادى الحلفى ويونس منصور الكبيسى (2008): تأثير ماء الري المغنط والتسميد الفوسفاتى في نمو وحاصل الحنطة، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 6 (2).
44. شلبى، أسامة عبد السلام (2008): أثر المعاملة بالمجال المغناطيسى على إثبات ونمو نباتات الطماطم تحت الظروف الملحية، رسالة ماجستير، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة عين شمس.
45. أمين، سامى كريم محمد وعلى فاروق قاسم (2009): تأثير ملوحة ماء الري المغنط في صفات النمو الخضري لنبات الجرييرا (*Gerbera jamesonii*)، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 25 (1).

46. الطالب، أنمار عبد العزيز وزياد أيوب السنجاري (2009): تأثير الماء المغنط على تناسق الإرواء للرى بالرش، مجلة هندسة الرافدين 17 (1).
47. د.مغاوري شحاتة: المياه الجوفية بالصحراء المصرية وإمكانات التنمية، رابطة الهيدروجيولوجيين العرب، بتاريخ: 14 نوفمبر 2009.
48. الفرطوسي، حميد عبد خشان (2011): تقنية استخدام المياه المغنطة في كفاءة مبيد الترايفلورالين لمكافحة الأدغال، وأثرها في صفات نمو وحاصل القطن، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
49. خالد عودة: خزان المياه الجوفية في الصحراء الغربية متجدد، جريدة الوفد، بتاريخ: 1 سبتمبر 2013.
50. خالد رمضان بن محمود: إدارة الأراضي واستعمالات المياه، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.
51. الحسين عبد الطيف الصيفي، منيرة طه الحاذق، عبد الحميد أحمد عبد الحميد: دراسة اقتصادية لأثر استخدام الأعلاف غير التقليدية على الاقتصاد القومي، قسم الاقتصاد وإدارة الأعمال الزراعية، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، (2013).
52. المؤلفون Edward P. Glenn - J. Jed Brown - James W. O'Leary:
53. لهم خبرة تبلغ في مجموعها المشترك 45 سنة في دراسة جدوى الزراعة بمياه البحر في البيئات الصحراوية. بدأ جلين سيرته البحثية «مهندساً في الزراعة البحرية» marine agronomist (حسب تسميته هو عام 1978)، وذلك بعد حصوله على الدكتوراه من جامعة هاواي، وهو حالياً أستاذ في قسم التربة والمياه وعلوم البيئة بجامعة أريزونا. ومن جهته حصل براون في شهر مايو 1998 على الدكتوراه من برنامج الحياة البرية والمصايد السمكية، التابع لجامعة أريزونا. أما أوليري فهو أستاذ في قسم علوم النبات بجامعة أريزونا، وقد حصل على الدكتوراه من جامعة ديوك عام 1963، وكمؤلف لأكثر من 60 نشرة بحثية في علوم النبات، عمل أوليري في عام 1990 مستشاراً في المجلس الوطني للبحوث، الذي درس آفاق الزراعة بواسطة مياه البحر في البلدان النامية.

## ثانياً: مراجع باللغة الإنجليزية :

1. SALINE CULTURE OF CROPS: A GENETIC APPROACH. Emanuel Epstein et al. in Science, Vol. 210, pages 399-404; October 24, 1980.
2. SALINE AGRICULTURE: SALT TOLERANT PLANTS FOR DEVELOPING COUNTRIES. National Academy Press, 1990.
3. SALICORNIA BIGELOVII TORR.: AN OILSEED HALOPHYT FOR SEAWATER IRRIGATION. E. P Glenn, J. W O'Leary, M. C. Watson, T L. Thompson and R. O. Kuehl in Science, Vol. 251, pages 1065-1067; March 1, 1991.
4. TOWARDS THE RATIONAL USE OF HIGH SALINITY TOLERANT PLANTS. H. Leth and A. A. Al Masoom. Series: Tasks for Vegetation Science, Vol. 28. Kluwer Academic Publishers, 1993.
5. HALOPHYTES. E. P Glenn in Encyclopedia of Environmental Biology. Academic Press, 1995.
6. Scientific American, August 1998
7. BioFarm Agricultural presents.2006, Australian-made MAGNETIC WATER CONDITIONERS Bruns, S.A., Klassen, V.I. and Konshina. A.K. 1966. Change in the extinction of light by water after treatment in a magnetic field. Kolloidn. Zh. 28: 153-155.
8. Busch, K.W., Busch, M.A. Darling, R. E.; Maggard, S. and Kubala. S. W. 1997. Design of a test loop for the evaluation of magnetic water treatment devices. Process Safety and Environmental Protection. Transactions of the Institution of Chemical Engineers 75 (Part B): 105-114.
9. Busch, K.W., Busch, M.A. Parker, D.H. Darling, R.E. and McAtee, J.L.Jr. 1986. Studies of a water treatment device that uses magnetic fields. Corrosion 42 (4): 211-221.
10. Chechel, P.S., and Annenkova. G.V. 1972. Influence of magnetic treatment on solubility of calcium sulphate. Coke Chem. USSR. 8: 60-61.
11. Denver, E., executive ed. 1996. Magnets that don't do much to soften water. Consumer Reports. February, p. 8.
12. Donaldson, J. D. 1988. Magnetic treatment of fluids--preventing scale." Finishing. 12: 22-32.

13. Duffy, E.A. 1977. Investigation of Magnetic Water Treatment Devices. Ph.D. dissertation, Clemson University, Clemson, S.C .
14. Harrison, J. 1993. WQA Glossary of Terms. Water Quality Association. Lisle, Ill .
15. Hasson, D., and Bramson. D. 1985. Effectiveness of magnetic water treatment in suppressing  $\text{CaCO}_3$  scale deposition. Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. 24: 588-592.
16. Higashitani, K., and Oshitani. J. 1997. Measurements of magnetic effects on electrolyte solutions by atomic force microscope. Process Safety and Environmental Protection. Transactions of the Institution of Chemical Engineers 75 (Part B): 115-119.
17. Joshi, K. M., and P. V. Kamat. 1966. Effect of magnetic field on the physical properties of water. J. Ind. Chem. Soc. 43: 620-622.
18. Klassen, V.I. 1981. Magnetic treatment of water in mineral processing. In Developments in Mineral Processing, Part B, Mineral Processing. Elsevier, N.Y., pp. 1077-1097.
19. Kronenberg, K.J. 1985. Experimental evidence for effects of magnetic fields on moving water. IEEE Trans. on Magnetics, vol. Mag-21, no. 5: 2059-2061.
20. Krylov, O.T., Vikulova, I.K., Eletsii, V.V., Rozno, N. A. and V.I. Klassen. 1985. Influence of magnetic treatment on the electro-kinetic potential of a suspension of  $\text{CaCO}_3$ . Colloid J. USSR 47: 820-824 .
21. Liburkin, V.G., Kondratev, B.S. and Pavlyukova. T. S.1986. Action of magnetic treatment of water on the structure formation of gypsum. Glass and Ceramics (English translation of Steklo I Keramika) 1: 101-105.
22. Magnetic water conditioners .Peter Cant.2005. CRC Salinity
23. Martynova, O.I., Tebenekhin, E.F. and Gusev. B. T.1967. Conditions and mechanism of deposition of the solid calcium carbonate phase from aqueous [sic] solutions under the influence of a magnetic field. Colloid J. USSR 29: 512-514.

24. McNeely, M. 1994. Magnetic fuel treatment system designed to attack fuel-borne microbes. Diesel Progress Engines and Drives. November, p. 16 .
25. Mirumyants, S.O., Vandyukov, E.A. and Tukhvatullin. R.S. 1972. The effect of a constant magnetic field on the infrared absorption spectrum of liquid water. Russ. J. Phys. Chem. 46: 124 .Parsons, S.A., S.J. Judd, T. Stephenson, S. Udol, and B.-L.
26. Page, A.L. Miller. R.H. and Kenny D.R.;1982.Methods of soil analysis Part 2nd ed.American society of Agronomy card.
27. Spear, M. 1992. The growing attraction of magnetic treatment. Process Engineering. May, p. 143.
28. Tretyakov, I. G., Rybak, M. A., and Stepanenko. E. Yu. 1985. Method of monitoring the effectiveness of magnetic treatment for liquid hydrocarbons. Sov. Surf. Eng. Appl. Electrochem. 6: 80-83.
29. Wang. 1997. Magnetically augmented water treatment. Process Safety and Environmental Protection. Transactions of the Institution of Chemical Engineers 75 (Part B): 98-104.
30. Ahmed, S.M. (2009). Effect of Magnetic Water on Engineering Properties of concrete. Al-Rafidain Engineering. 17 (1): 71-82.
31. Aladjadjiyan A. 2002. Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of Zea mays. J. Central Euro. Agric. 3 (2): 89-94.
32. Alexander MP and Doijode SD. 1995. Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigour of conserved onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) seeds with low viability. Plant Genet. Res. News. 104: 1-5.
33. Blake, W. (2000). Physical and Biological effect of magnet. In: Santwani, M.T. (ed). The art of magnetic healing. B. Jain. India Gyaa.com. India.
34. Celestino C Picazo ML and Toribio M. 2000. Influence of chronic exposure to an electromagnetic field on germination and early growth of *Quercus suber* seeds: Preliminary study. Electro. Magnetobiol. 19 (1): 115-120.

35. Colic, M.; A. Chien; and D. Morse. (1998). Synergistic application of chemical and electro magnetic water treatment in corrosion and scale prevention. *Croatia Chemica Acta*. 71 (4), 905-916.
36. David, M.O.; and E.T. Nilsen. (2000). The physiology of plant under stress. John Wiley & Sons, Inc. p.420.
37. Davis, R. D.; and W. C. Rawls. (1996). Magnetism and its effect on the living System, *Environ. Inter.* 22 (3): 229–232.
38. Fairgrieve, J.D. (2011). Magnetic Treatment of Seeds. Life Streams International Mfg. Co. 5203 Moore Road, Westmoreland, NY 13490 USA. <http://www.wholly-water.com/magnetizer/plant.htm>
39. Harichand KS Narula V Raj D and Singh G. 2002. Effect of magnetic fields on germination, vigor and seed yield of wheat. *Seed Res.* 30 (2): 289-293.
40. Harsharn, S.G.; and L.M. Basant. (2011). Magnetic treatment of irrigation water and snow pea and chickpea seeds enhances early growth and nutrient contents of seedlings. *Bio Electro Magnetism J.*, 32 (1): 58-65.
41. Herodiza, G. (1999). Observation result about the effect of magnetic tool/a series of magnetotron size 1 – made by magnetic technologies LLC-Unto the growth of consumption plant and vegetable horticulture. Economy Magnetic Technologies (L.L.C.) Dubai, U.A.E.
42. Hilal, M. H.; and M.M. Hilal. (2000a). Application of magnetic technology in desert agriculture. I. Seed germination and seedling emergence of some crops in a saline calcareous soil. *Egypt J. Soil Sci.* 40 (3): 413-422.
43. Hilal, M.H.; and M.M. Hilal. (2000b). Application of magnetic technology in desert agriculture. II- Effect of magnetic treatments of irrigation water on salt distribution in olive and citrus field and induced changes of ionic balance in soil and plant. *Egypt. J. Soil Sci.* 40 (3): 423-435.
44. Jiles, D.C. (1991). Introduction to Magnetism and Magnetic Materials. Chapman and Hall, New York.
45. Khattab, M.D.; M. G. EL-Torky; M. M. Mostafa and D. M. Read. (2000a). Pretreatments of gladiolus corms to produce commercial Yield. II- Effect of re- Planting the produced corms of the vegetative

- growth; flowering and corms Production. Alex. J. Agric. Res, 45 (3): 200–219.
46. Khattab, M.D.; M. G. El-Torky; M. M. Mostafa; and D.M. Read. (2000b). Pretreatment of gladiolus cormels to produce commercial yield: 1- Effect of GA3, Sea water and magnetic system on the growth and corms production. Alex. J. Agric. Res. 45 (3): 181-199.
  47. Kronenberg, K. J. (2011). Magneto hydrodynamics: The effect of magnets on fluids. GMX International. <http://gmxinternational.com/facts/magneto.htm>
  48. Lin I and Yotvat J. 1989. Exposure of irrigation water to magnetic field with controlled power and direction: effects on grapefruit. Alon Hanotea. 43: 669-674.
  49. Maheshwari, B.L.; H.S. Grewal. (2009). Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. Agric Water Manage 96: 1229–1236.
  50. Martin. C. (2003). Magnetic and electric effects on water structure and behavior. [www.lsbu.ac.uk/water/Mangetic.htm/tt426/](http://www.lsbu.ac.uk/water/Mangetic.htm/tt426/)
  51. Nagy, R.; L. Georgescu; L. Balaceanu; S. Germene. (2005). Effects of pulsed variable magnetic fields over plant seeds. Romanian J. Biophys. 15 (1-4): 133–139.
  52. Noran R Shani U and Lin I. 1996. The Effect of irrigation with magnetically treated water on the translocation of minerals in the soil. Magn. Electr. Separ. 7 (2):109-122.
  53. Penuelas , J. , J. Llusia , B. Martinez and J. Fontcuberta. 2004. Diamagnetic susceptibility and root growth responses to magnetic fields in Lens culinaris , Glycine soja and Triticum aestivum. Electromagnetic Biology and Medicine. 23 (2): 97 – 112.
  54. Phocaides, A. 2001. Handbook on pressurized irrigation techniques FAO consultant, Rom. Chapter 7. Water quality for irrigation.
  55. Podlesny J Pietruszewski S and Podlesna A. 2005. Influence of magnetic stimulation of seeds on the formation of morphological features and yielding of the pea. Int. Agrophys. 19: 1-8.
  56. Rajendra P Nayak HS Sashidhar RB Subramanyam C, Devendarnath D, Gunasekaran B, Aradhya RSS and Bhaskaran A. 2005. Effects of power

- frequency electromagnetic fields on growth of germinating *Vicia faba* L., the broad bean. *Eletromagn. Biol. Med.* 24: 39-54.
57. Rao, A.P. (2002). Scalemaster ECO friendly water treatment. Scalemaster Adlam Pvt. Ltd. [www.adlams.com/attachment-Scalemaster](http://www.adlams.com/attachment-Scalemaster).
  58. Ruzic, R.; I. JERMAN. (2002). Weak magnetic field decreases heat stress in cress seedlings. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 21: 43-53.
  59. Stafford, L. (1996). Fluid Energy Australia, "The Mechanism of the Vortex Water Energy System", Helping Agriculture & the Environment Through the 21st Century. In AL-Talib, A.A. and Z.A. AL-Sinjary. (2009). Effect of Magnetizing Water on Uniformity of Sprinkle Irrigation. *Al-Rafidain Engineering*. 17 (1): 59-70.
  60. Tahir, N.A.; and H.F.H. Karim. (2010). Impact of Magnetic Application on the Parameters Related to Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Jordan Journal of Biological Sciences*. 3 (4): 175-184.
  61. Takachenko, Y.P. (1995). The application of magnetic technology in agriculture. *Magnetizer*. pp.:9-11.
  62. Takatchenko, Y. P. (1997). Hydromagnetic aeroionizers in the sytem of Spray, Method of irrigation of agricultural crops. Hydromagnetic Systems and their role in creating Micro- climate. Chapter From prof. Tkatchenko's book, Practical Magnetic technology in Agriculture, Dubai, 1997.
  63. Yokatani, K.T.; H. Hashimoto; M. Yanagisawa; T. Nakamura; K. Hasegawa; and M. Yamashita. (2001). Growth of *Avena* seedlings under a low magnetic field. *Biol. Sci. Space*. 15: 258-259.
  64. Cano, E.A.; M.C. Bolarim; F. Perez ÷ Alfocea and M. Caro. 1991. Effect of NaCl Priming on Increased Salt Tolerance in Tomato. *J. Hort. Sci.* 66: 126 826
  65. Wiebe, H. J. and T Muhyaddin. 7991. Improvement of Emergence by Osmotic Seed Treatments in Soil of High Salinity. *Acta Hort.* 198: 91.
  66. Ayrs, J.E., R.B. Hutmacher, R.A. Schoneman, S.S. Vail and T. Pflaum. 1993. Long term use of saline water for irrigation. *Irrigation Sci.* Berline, W. Ger. Springer.



67. Day, P.R. 1965, Particle fractionation and particle analysis. In: C.A. Black et. al., (ed.), Methods of soil analysis. Agron, (1): 545-567. Am. Soc. Agron. Medison. Wisconsin. U.S.A.
68. FAO. 1989, Water quality for agriculture, Irrigation and drainage paper 29 (Rev. 1), FAO. Rome, 174.
69. Jackson, M. L. 1960, Soil chemical analysis, Prentice – Hall, Englewood, Cliffs, New Jersey.
70. Kovda, V.A. 1973, (ed), Irrigation, drainage and salinity, An International source book, FAO 1, Unisco Publication.
71. Miyamota, S.T., R.G. Gobran and J. Petticrew, 1986, Effect of saline water irrigation water on soil salinity, Pecan tree growth and nut production, Irrigation Sci, vol, 7 (2): 83-85.
72. Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney, 1982, Method of soil analysis, Part (2), 2nd ed. Madison, Wisconsin, U.S.A.
73. \Papanicolaou, E.P. 1976. Determination of cation exchange capacity of calcareous soils and their percent base saturation, Soil Sci., (121): 67-71.
74. Rhoades. J.D., A. Kandiah and A.M. Mashali, 1992, The use of saline water for crop production. FAO. Irrigation and drainage paper 48. Rome, Italy.
75. Richard, L.A. 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soil, USDA, Handbook No. 60, Washington, D.C.
76. Abd-elsalam, A. (1973). Sandy soil in Egypt. FAO/UNDP Seminar on sandy soils , Cyprus.
77. Arar, A. (1972). Regional Seminar on calcareous soils. FAO Soil Bul. No. 21.
78. Arar, A. (1973) Regional seminar on sandy soils. FAO/UNDP Seminar on sandy soils , Cyprus.
79. Balba, A.M. (1968). Some Aspects of fertility of the highly calcareous soils. Soil sci. soc. Egypt. Symposium on calcareous soils, Alexandria,
80. Egypt.
81. Balba, A.M. (1973). Organic and inorganic fertilization of sandy soils. FAO/UNDP Seminar on sandy soils in the Near East and north Africa, Cyprus.

82. Hanson, B., S. R.Grattan, and A. Fulton. (1999). Agriculture salinity and drainage. Oakland: University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3375.
83. Kovda, V.A.; Muratova, V.S. and Zakharina, G.V. (ed.). (1967). Amelioration of salt affected soils. IZD, Nauka, Moskova.
84. Szabolcs, I. (1971). European solonetz soils and their reclamation. Akademia, Kiado, budapest, Hungary.
85. Internet website.
86. <http://www.osuextra.com>.
87. [www.ext.colostate.e](http://www.ext.colostate.e).

#### مراجع للاستزادة:

- SALINE CULTURE OF CROPS: A GENETIC APPROACH. Emanuel Epstein et al. in Science, Vol. 210, pages 399-404; October 24, 1980.
- SALINE AGRICULTURE: SALT TOLERANT PLANTS FOR DEVELOPING COUNTRIES. National Academy Press, 1990.
- SALICORNIA BIGELOVII TORR.: AN OILSEED HALOPHYT FOR SEAWATER IRRIGATION. E. P Glenn, J. W O'Leary, M. C. Watson, T L. Thompson and R. O. Kuehl in Science, Vol. 251, pages 1065-1067; March 1, 1991.
- TOWARDS THE RATIONAL USE OF HIGH SALINITY TOLERANT PLANTS. H. Leth and A. A. Al Masoom. Series: Tasks for Vegetation Science, Vol. 28. Kluwer Academic Publishers, 1993.
- HALOPHYTES. E. P Glenn in Encyclopedia of Environmental Biology. Academic Press, 1995.
- Scientific American, August 1998

## فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
إهداء	4
استزراع الأراضي الملحية والزراعة بماء البحر	5
الفصل الأول: مصادر المياه على الأرض	9
مصادر المياه:	9
أشكال المياه على الأرض:	9
مياه المحيطات:	9
الجليديات: GLACIERS	10
المياه الجوفية: GROUNDWATER	10
المياه السطحية: SURFACE WATER	12
المياه العذبة: FRESH WATER	12
صفات المياه العذبة: FRESH WATER QUALITY	12
الفحوص الفيزيائية:	13
الفحوص الكيميائية: CHEMICAL TESTS	14
مجموع المواد الذائبة (DISSOLVED SOLIDS (TDS TOTAL	14
العناصر الثقيلة والشحيحة: HEAVY AND TRACE ELEMENTS	17
المياه المتجددة وغير المتجددة	18
:RENEWABLE AND NONRENEWABLE WATER	18
الموارد المائية:	23

الموضوع	الصفحة
الموارد المائية في مصر:	23
الموارد التقليدية:	24
بعض المشاريع التي تم تنفيذها للاستفادة من مواردنا المائية:	26
الموقف المائي في مصر:	28
استخدام المياه:	33
استخدام المحليات والصناعة:	33
جودة المياه الجوفية:	34
تأثير سد النهضة الإثيوبي:	35
نهر الكونغو:	36
مشروع منخفض القطارة:	40
مشكلات مائية بيئية ناتجة عن شح المياه:	54
المخاطر المحتملة من تحلية مياه البحر:	54
الفصل الثاني: الزراعة بدون تربة:	58
أنظمه الزراعة بدون تربة:	58
مميزات وعيوب نظم الزراعة بدون تربة:	61
المحلل المغذى:	63
الشروط الواجب توافرها في بيئة النمو:	66
خلطات البيئات:	71
نظم مزارع البيئات:	72
المكافحة في نظم الزراعة بدون تربة:	74

## الصفحة

## الموضوع

75.....	مزارع المحاليل المغذية:
77.....	Soilless cultures : الزراعة في البيئات الصناعية المختلفة:
78.....	أهم نظم الزراعة بدون تربة الشائع استخدامها تحت نظم الزراعة المحمية:
84.....	نظم المزارع المائية التي يستخدم فيها المحلول المغذى كبيئة أساسية لنمو النباتات:
89.....	الفصل الثالث: التغير المناخي
89.....	أسباب التغير المناخي:
90.....	أهم مكونات غازات الدفيئة:
91.....	التأثيرات الناتجة من التغير المناخي:
94.....	دور الزراعة في تخفيف تأثيرات تغير المناخ:
96.....	التكيف عامل حاسم لإنجاح الزراعة في ضوء ظاهرة تغير المناخ:
96.....	التطور التطبيقي:
98.....	التكيف (الأقلية) مع مسببات الإجهادات المتعددة في الهند:
101.....	تأثير التغير المناخي على الإنتاج الزراعي:
103.....	تأثير التغير المناخي على القطاع الزراعي والقطاعات الأخرى:
	المقترحات والتوصيات لمواجهة الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية
105.....	في مجال الزراعة:
107.....	تقرير وزارة البيئة المصرية عن تأثير التغير المناخي على مصر:
109.....	الفصل الرابع: استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح (Salt affected soils)
109.....	تربية النباتات لتحمل ملوحة التربة ومياه الري:
110.....	أهمية زراعة النباتات التي تتحمل الملوحة:

الموضوع	الصفحة
آليات تحمل النباتات للأملح:	111
تصنيف النباتات المتحملة للأملح: Halophytes	112
مقاومة الأملاح على مستوى الخلية النباتية:	113
1 - ملوحة التربة: Soil Salinity	115
إمكانية رى الساليكورنيا بمياه البحر:	120
النقاط المهمة لضمان الاستفادة من استعمال مياه مالحة:	121
العوامل التي يجب مراعاتها في حالة التعايش مع ملوحة التربة:	121
نسبة الملوحة التي تتعارض مع إنتاج المحاصيل اقتصادياً:	125
الوصايا الواجبة لاستزراع الأراضي الملحية:	126
طرق خفض أثر ملوحة مياه الري على النبات:	129
الفصل الخامس: معالجة الماء مغناطيسياً	134
كيفية معالجة الماء مغناطيسياً:	134
مزايا أجهزة المعالجة المغناطيسية وكيفية تركيبها:	136
كيفية تأثير المجال المغناطيسي على الماء:	136
تأثير المجال المغناطيسي في الجزيئات:	139
كفاءة استخدام الماء المعالج مغناطيسياً:	140
تأثير مغنطة الماء على الملوحة:	140
استجابة البذور لعملية المعالجة المغناطيسية:	141
تأثير الماء المعالج مغناطيسياً على النبات:	143
نتائج بعض الدراسات الأخرى حول تأثير المياه المعالجة مغناطيسياً:	143

## الصفحة

## الموضوع

144	مياه الري المعالجة مغناطيسياً تزيد من كفاءة المبيدات:
144	نتائج تطبيق التقنية المغناطيسية في الزراعة:
146	استخدام تقنية المياه الممغنطة في غسيل الأراضي المتأثرة بالأملاح:
147	المواد وطرق العمل:
149	النتائج التي خلصت إليها الدراسة:
154	آلية عمل الماء الممغنط:
163	التطبيقات المستخدمة نتيجة المعالجة المغناطيسية للماء:
	الفصل السادس: أبحاث تحت التطبيق لمواجهة التغير المناخي والإجهاد المائي
167	والمالحى للنباتات
167	1- توفير بذور مهندسة وراثياً، تتحمل تغير المناخ:
172	2- اكتشاف صنف قمح قادر على تحمل الملوحة العالية ودرجات الحرارة المنخفضة:
172	3- تعديل النباتات، بحيث يمكن جعلها أكثر مقاومة للجفاف برشها بمبيد زراعى:
173	4- أبحاث المحاصيل:
174	5- اكتشاف مصرى عظيم (زراعة القمح والأرز والذرة بالماء المالح):
	6- اكتشاف جينات في إحدى النباتات العشبية (Potentilla) تمنح النبات الخصائص التي تجعله قادراً على مقاومة الجفاف:
187	المركز الدولى للزراعة الملحية:
193	الزراعة الملحية:
194	أشجار الجاف كنز من كنوز الطبيعة:
196	القيمة العلفية والرغوية لنبات الجاف:

الموضوع	الصفحة
القيمة الغذائية لاستخدام القرون البذرية لأشجار الجاف في العليقة العلفية:	196
الفوائد البيئية والاقتصادية لأشجار الجاف:	198
أهمية وميزات تثبيت الكثبان الرملية بواسطة التشجير بأشجار الجاف:	199
الفصل السابع: الري بمياه البحر	200
مياه البحار والمحيطات:	200
توزيع الأملاح في مياه البحار والمحيطات:	202
مدة بقاء العناصر في البحار والمحيطات:	203
استخدام مياه البحر في الزراعة، وإنتاج النباتات المحبة للملوحة:	203
ضرورة استخدام مياه البحر في الري:	205
اختيار موقع تجهيز التربة:	208
احتياجات الري بمياه البحر:	208
طريقة الأحواض الصغيرة المغمورة:	210
طريقة أحواض السبخة المغمورة:	211
أحواض الغمر الكبيرة:	211
الري بالرش المحوري:	212
الري بالتنقيط:	212
استخدام النباتات المحبة للملوحة كعلف للحيوان:	213
ري المحاصيل بمياه البحر:	214
مخاطر استخدام مياه البحار في الري:	217
المحاصيل الملحية:	217



الموضوع	الصفحة
الزراعة من أجل الزيت:	220
تشرح النباتات الملحية:	222
هل يمكن أن تكون الزراعة بمياه البحر اقتصادية؟:	223
هل يمكن للزراعة بمياه البحر ذات يوم أن تُطبَّق على نطاق واسع؟:	225
نباتات مقاومة للملح والتصحر:	226
الباسبالوم الشاطئى seashore paspalum ، وعشبة الملح saltgrass، والعشبة القلوية alkaligrass:	229
الأهمية الاقتصادية والبيئية للسابرتنا:	231
نباتات شاطئية مقاومة للتملح:	233
نباتات مقاومة للتملح، تنمو في منطقة الخليج العربى وشبه الجزيرة العربية:	237
الأنواع النباتية المتحملة للملوحة:	239
ملاحق	249
ملحق (1)	249
ملحق (2) أشجار مقاومة للجفاف والتملح	252
ملحق (3) موسوعة النباتات الاقتصادية المقاومة للتملح	255
ملحق (4) حبوب إفريقية مقاومة للجفاف والتملح	270
ملحق (5) أشجار إفريقية مثمرة مقاومة للجفاف والتملح	290
ملحق (6)	321
ملحق (7) طريقة مبتكرة لزراعة المروج الخضراء في المناطق شبه الجافة	330
ملحق (8) العلاقة بين مستوى تركيز الأملاح في وسطٍ ما وبين وحدات القياس	331

الموضوع	الصفحة
ملحق (9) كيف نزيد غلة المحاصيل من 36-60 %؟	334
المراجع	338
أولاً: مراجع باللغة العربية:	338
ثانياً: مراجع باللغة الإنجليزية:	343
فهرس الموضوعات	351

\*\*\*